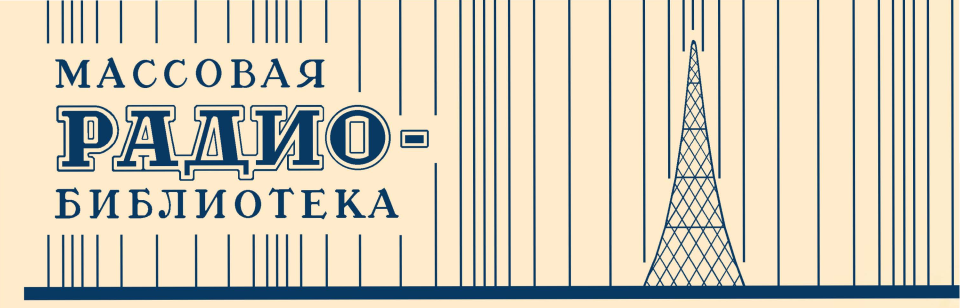
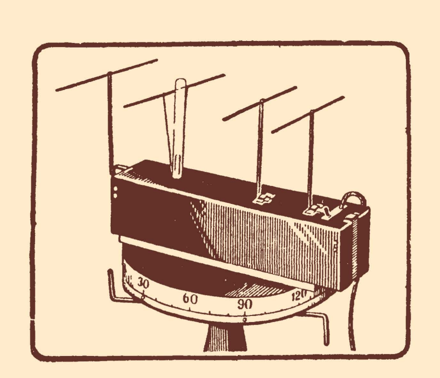


ДЕВЯТАЯ РАДИОВЫСТАВКА

УЧЕБНО-НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ





ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

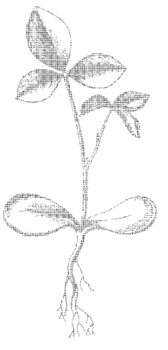
МАССОВАЯ РАДИО БИБЛИОТЕКА
ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ АКАДЕМИКА А. И. БЕРГА

Выпуск 157

УЧЕБНО-НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ

ЭКСПОНАТЫ 9-й ВСЕСОЮЗНОЙ ВЫСТАВКИ ТВОРЧЕСТВА РАДИОЛЮБИТЕЛЕЙ-КОНСТРУКТОРОВ

Рекомендовано Управлением технической подготовки Оргкомитета Досааф СССР в качестве учебного пособия для радиоклубов и радиокружков Досааф





ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1952 ЛЕНИНГРАД

52343

В брошюре приведены описания трех комплектов учебно-наглядных пособий из числа демонстрировавшихся на 9-й Всесоюзной выставке творчества радиолюбителей-конструкторов. Эти пособия дают возможность демонстрировать на лекциях, докладах и учебных занятиях по радиотехнике устройство и работу некоторых радиоаппаратов и приборов, особенности устройства передающей и приемной аппаратуры, наглядным путем знакомиться с характером распространения ультракоротких и дециметровых волн, проверять основные законы электро- и радиотехники.

Брошюра составлена В. В. Енютиным по материалам 9-й Всесоюзной выставки творчества радиолюбителей-конструкторов.

Редактор *И. И. Спижевский* Техн. редактор *А. М. Фридкин* и *И. М. Скворцов*

Сдано в набор 31/V 1952 г. Подписано к печати 11/XI 1952 г.
Бумага 84×108 1/32=1 бумажн. — 3,28 п. л. Уч.-изд. л. 3,6
Т 08767 Тираж 15 000 Зак. 3206
Цена 1р. 45к. (номинал по прейскуранту 1952 г.)

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В нашей стране с каждым годом, с каждым месяцем неуклонно растет и развивается радиолюбительское движение, множатся кадры новых, молодых радиолюбителей, с энтузиазмом овладевающих теорией радиотехники и искусством конструирования всевозможной радиоаппаратуры и измерительно-испытательных, звукозаписывающих и других приборов. Радиолюбители много и успешно работают и над решением конкретных задач по внедрению радиометодов в самые различные области народного хозяйства и в первую очередь в такие, как: промышленность, транспорт, медицина, сельское хозяйство, геология и др. Немало внимания они уделяют и вопросу разработки конструкции различных учебно-наглядных пособий, предназначенных для сопровождения лекций по элементарной электро- и радиотехнике демонстрацией различных опытов, способствующих лучшему пониманию и освоению излагаемого материла. Вопрос создания комплекта хороших учебно-наглядных пособий имеет немаловажное значение, так как от удачного его решения во многом будет зависеть успех изучения основ электро- и радиотехники начинающими радиолюбителями, обучающимися в радиокружках при радиоклубах, школах, техникумах и вузах, станциях юных техников, домах пионеров и низовых организациях Досаафа.

Поэтому на проводимых ежегодно Всесоюзных радиовыставках творчества радиолюбителей-конструкторов разделу «Учебно-наглядные пособия» уделяется не меньше внимания, чем таким основным разделам, как: «Приемная радиоаппаратура», «Телевидение», «Звукозапись» и др.

Сами радиолюбители-конструкторы также хорошо понимают важность этой тематики, и поэтому с каждым годом, как показывают проводимые радиовыставки, неуклонно растет число конструкторов, занимающихся разработкой учеб-

но-наглядных пособий для демонстрации самых различных опытов.

На 9-й Всесоюзной выставке творчества радиолюбителей раздел «Учебно-наглядные пособия» был очень обширен и интересен как по количеству представленных экспонатов, так и в особенности по разнообразию и актуальности тематики и оригинальности конструктивного их выполнения. Ряду экспонатов этого раздела Жюри выставки были присуждены призы, дипломы и грамоты.

Описанию нескольких интересных учебно-наглядных пособий, экспонировавшихся на 9-й Всесоюзной радиовыставке, и посвящается настоящая брошюра. Эти экспонаты позволяют демонстрировать много интересных опытов и поэтому будут полезны для каждого радиокружка.

Главное же они сравнительно просты по своему устройству и дешевы, и следовательно, доступны для самостоятельного изготовления кружковцами.

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЩИТ

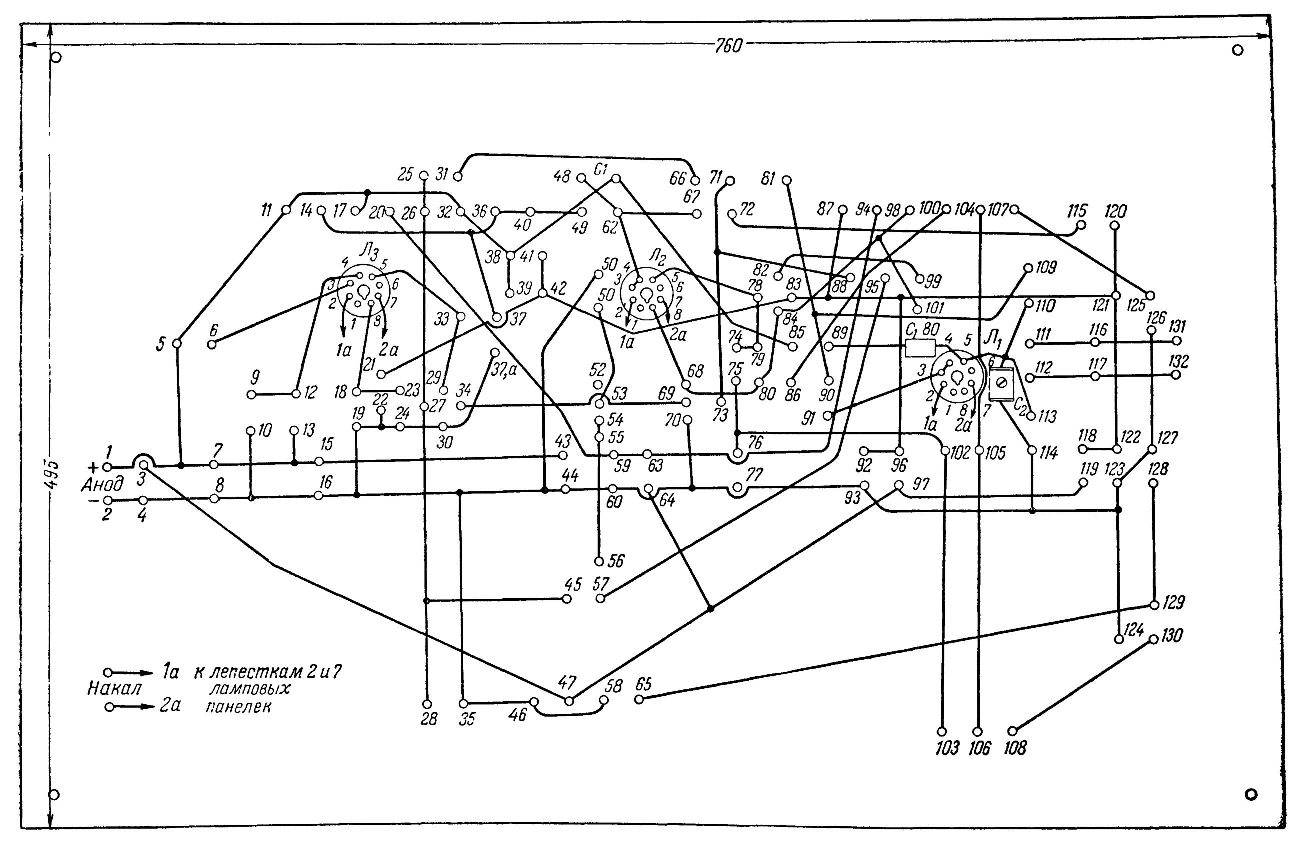
(Экспонат М. А. НИКОЛЕНКО, г. Киев)

Описываемый экспонат представляет собой универсальный демонстрационный щит, на котором можно собирать более двух десятков действующих макетов схем различных приборов и радиоаппаратов и наблюдать электрические процессы и явления, происходящие во время работы этих приборов. Следовательно, такой универсальный щит с успехом может заменить собой целый набор наглядно-учебных пособий, обычно состоящий из 15—20 отдельных щитов, каждый из которых предназначен для демонстрации работы только одного какого-либо прибора, радиоаппарата или схемы. Такой набор очень громоздок и дорого стоит, так как для изготовления столь большого числа щитов требуется много материалов и радиодеталей. На универсальном же щите для сборки макета любого аппарата или схемы используется один и тот же комплект радиодеталей.

УСТРОЙСТВО ЩИТА

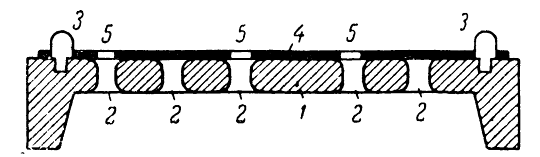
Основой описываемого щита является деревянная панель, сделанная в виде плоского ящика без дна, на которой смонтированы гнезда, служащие для включения деталей собираемых схем. Все эти гнезда и ламповые панельки расположены в строго определенном порядке и на обратной стороне щита соединены между собой проводниками (фиг. 1). Всего на панели монтируется 135 гнезд, снабженных порядковыми номерами, и 3 ламповые панельки.

Демонстрационный щит в разрезе показан на фиг. 2. По углам на лицевой стороне его панели расположены четыре установочных штифта, на которые надевается лист плотной бумаги с вычерченной на нем схемой собираемого макета прибора или аппарата. Внешний вид такого накладного ли-



Фиг. 1. Монтажная схема демонстрационного щита.

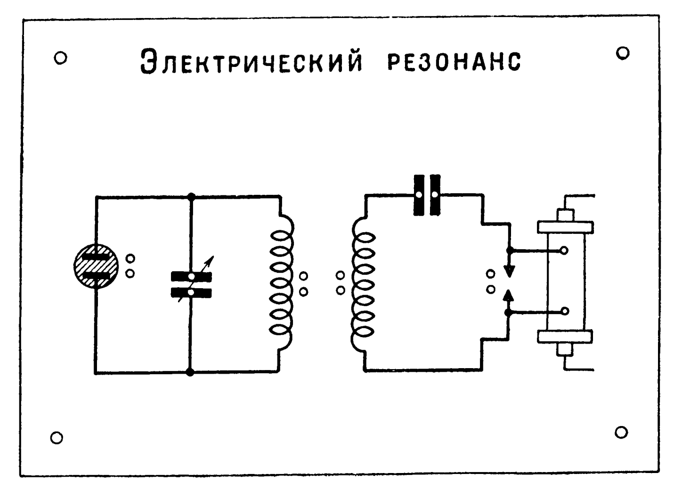
ста с вычерченной на нем схемой и показан на фиг. 3. Около каждого условного обозначения детали, изображенной на листе схемы, имеется по два отверстия, в которые вставляются контактные штырьки этой детали, смонтированной на штепсельной вилке.



Фиг. 2. Схематический разрез демонстрационного щита.

1 — панель; *2* — гнезда; *3* — установочные штифты; *4* — накладной лист; *5* — отверстия для установки деталей.

Отверстия располагаются на съемной схеме так, чтобы они при наложении этой схемы на панель щита совпадали с соответствующими ее гнездами. При этих условиях вставленные в отверстия детали окажутся соединенными между



Фиг. 3. Примерный внешний вид накладного листа.

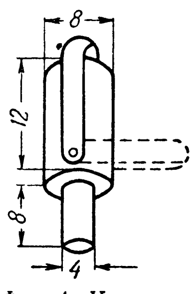
собой так, как этого требует схема, вычерченная на накладном листе.

Примененный автором способ монтажа универсального щита обеспечивает сохранение полной тождественности между принципиальной схемой данного устройства и собранным действующим макетом ее.

Панель щита размерами 760 $\times$ 495 *мм* изготовляется из пропарафинированной фанеры толщиной 8 *мм*.

Для того чтобы панель обладала достаточной жесткостью и не коробилась, ее укрепляют на подрамнике, составленном из четырех деревянных брусков.

Штифты, служащие для закрепления накладной схемы, укрепляются в каждом углу панели щита на расстоянии 20 *мм* от каждой стороны угла. Эти штифты делаются из прочного дерева в виде цилиндрических штырьков (фиг. 4) и укрепляются клеем в отверстиях доски. Чтобы картонный лист не соскакивал, каждый штифт снабжается запорным устройством, представляющим собой жестяную подковообразную подвижную дужку, закрепляемую на штифте шпилькой или небольшим гвоздиком. Когда надевается на штифты схема, все дужки располагаются вдоль вертикальных осей, а затем их поворачивают в ту или другую сторону на 90° и этим путем закрепляют наложенную на щит схему.



Фиг. 4. Установочный штифт с запором.

Наиболее ответственной операцией в изготовлении демонстрационного щита является разметка расположения всех гнезд.

Для этого монтажную схему щита (фиг. 1) надо вычертить в натуральную величину, а затем прикрепить ее кнопками к обратной стороне заготовленного фанерного листа, который будет служить панелью щита. Схему надо расположить так, чтобы нанесенные возле углов ее рамки метки для отверстий точно совпадали с осями штифтов, укрепленных на лицевой стороне панели. Затем шилом делают глубокий прокол в центре окружности каждого гнезда, отмеченного на схеме, и этим путем переносят расположение всех гнезд на фанерную панель.

После этого снимают чертеж с панели, нумеруют нанесенные на ней точки и затем сверлят отверстия для гнезд, подложив под лицевую сторону панели деревянную подкладку.

Гнезда щита соединяются между собой изолированными проводниками так, как указано на монтажной схеме (фиг. 1). Во избежание возможных замыканий между отдельными проводниками на них в местах перекрещиваний надеваются хлорвиниловые или кембриковые трубки.

Расположение всех гнезд и взаимное их соединение выполнено с учетом возможности использования всего комплекта сменных листов схем, предусмотренного для данного демонстрационного щита, без каких-либо добавочных переключений и изменений в его монтажной схеме. Накладные листы для схем изготовляются из листового картона точно по размерам фанерной панели щита. Лицевая сторона каждого листа оклеивается плотной белой бумагой, на которой и вычерчивается соответствующая схема.

Разметка отверстий для штифтов в этих съемных схемах делается по заранее изготовленному шаблону. Последний вырезается из плотного листового картона в виде прямоугольника, наружные размеры которого должны совпадать с размерами съемной схемы, и возле углов его в точно намеченных точках выбивают пробойником отверстия для штифтов. Этот картонный прямоугольник в дальнейшем и используют как шаблон для разметки расположения отверстий для штифтов в изготовляемых съемных схемах.

Пробив отверстия для штифтов в изготовленном для схемы листе, его накладывают на панель щита, и приступают к разметке на будущей схеме отверстий для гнезд, в которые будут включаться детали этой схемы.

Разметка этих отверстий производится так. Панель щита с наложенным на нее листом для схемы поворачивают лицевой стороной вниз и кладут на стол. Затем при помощи шила, вставляемого в нужные гнезда, делают проколы в листе схемы. После этого соответственно нанесенной разметке выбивают в нем круглые отверстия диаметром 7—8 *мм* и уже после этого вычерчивают на этом листе самую схему, размещая условные обозначения отдельных ее деталей так, чтобы каждая из них находилась возле предназначенной ей пары гнезд.

В верхней части каждой схемы пишутся ее номер и назначение, а в нижней — перечень деталей, необходимых для сборки и демонстрации работы схемы.

Таким образом, изготовление съемных листов со схемами сводится лишь к разметке и пробивке в них необходимых отверстий для штифтов и для ножек деталей и к вычерчиванию самих схем.

Для демонстрации всего комплекса опытов, перечисленного ниже, необходим следующий набор деталей и приборов:

Сопротивления: 100 *ом* — 1 шт., 200—300 *ом* — 1 шт.; 400—600 *ом* — 1 шт.; 1 000—3 000 *ом* — 4 шт.; 15 000—

20 000 *ом* — 2 шт.; 80 000 *ом* — 1 шт.; 0,5 — 1 *мгом* — 2 шт.; 2,5 *мгом* — 1 шт.; 30—40 *мгом* — 1 шт.

Конденсаторы: переменной емкости 500 *мкмкф* — 1 шт.; подстроечный керамический 5—50 *мкмкф* — 1 шт.; постоянной емкости 50—70 *мкмкф* — 2 шт.; 100 *мкмкф* — 1 шт.; 20 000 *мкмкф* — 2 шт.; 30 000—50 000 *мкмкф* — 1 шт.; 2 *мкф* — 3 шт.; 10 *мкф* на 30 *в* — 2 шт.

Катушки индуктивности: типа сотовых катушек из 50—80 витков — 2 шт.; бескаркасная катушка диаметром 15 *мм*, содержащая 20 витков медной или латунной проволоки диаметром 1,5—2 *мм* — 1 шт.; такая же катушка диаметром 8—10 *мм*, состоящая из 30 витков латунной проволоки диаметром 1,5 *мм*,— 1 шт.; катушка диаметром 120 *мм*, состоящая из 3 витков медной проволоки диаметром 4—5 *мм*,— 1 шт.

Измерительные приборы: демонстрационный школьный гальванометр — 1 шт.; миллиамперметр переменного тока (тепловой) — 1 шт.; миллиамперметр постоянного тока со шкалой 50—100 *ма* — 1 шт.; амперметры переменного и постоянного тока — по 1 шт.; вольтметры переменного и постоянного тока со шкалой до 140 *в* — по 1 шт.; вольтметр постоянного тока со шкалой 15—20 *в*—1 шт.

Лампы: типа 6С5, 6Ф6С, неоновая лампочка для освещения шкалы на 6,3 *в*, осветительная лампа мощностью 15 *вт*, фотоэлемент типа ЦГ-3 — по 1 шт. каждого вида.

Разное оборудование и приборы: зуммер, детектор кристаллический, электромагнитное реле телефонного типа, электрический звонок, телефонные трубки, динамический громкоговоритель, пьезокварцевый телефон, трансформатор разборный школьный, индукционная катушка (катушка Румкорфа), реостат школьного типа, аккумуляторная батарея напряжением 6 *в*, проекционный фонарь, два диска Нипкова, батарейки для карманного фонаря, телеграфный ключ.

Мелкие детали, как-то: сопротивления, конденсаторы, а также измерительные приборы монтируются на эбонитовых или гетинаксовых дощечках, снабженных штепсельными вилками. Крупные же детали и приборы, которые неудобно монтировать на таких дощечках, снабжаются шнуром со штепсельной вилкой и устанавливаются во время демонстрации возле щита со схемой.

КАКИЕ МОЖНО ДЕМОНСТРИРОВАТЬ ОПЫТЫ

На описываемом щите можно собирать макеты и демонстрировать работу схем, приборов и аппаратов, а также наглядно проверять правильность следующих законов электро- и радиотехники:

1. Последовательное и параллельное соединение конденсаторов.
2. Действие конденсатора в цепи переменного тока.
3. Зарядный и разрядный ток конденсатора.
4. Ток самоиндукции.
5. Возбуждение в контуре затухающих колебаний при помощи зуммера.
6. Электрический резонанс.
7. Детекторный радиоприемник.
8. Влияние сеточного напряжения на анодный ток лампы.
9. Выпрямление переменного тока электронной лампой.
10. Снятие характеристики триода.
11. Генератор незатухающих колебаний.
12. Радиоприемник типа 0-V-0.
13. Радиоприемник типа 0-V-1.
14. Радиопередатчик.
15. Принцип действия звукового кино.
16. Действие фотореле.
17. Принцип телевидения.

Для проведения каждого из перечисленных здесь опытов изготовляется отдельная съемная схема.

Ниже приводятся краткие указания о порядке использования этих схем при проведении соответствующих опытов и демонстраций.

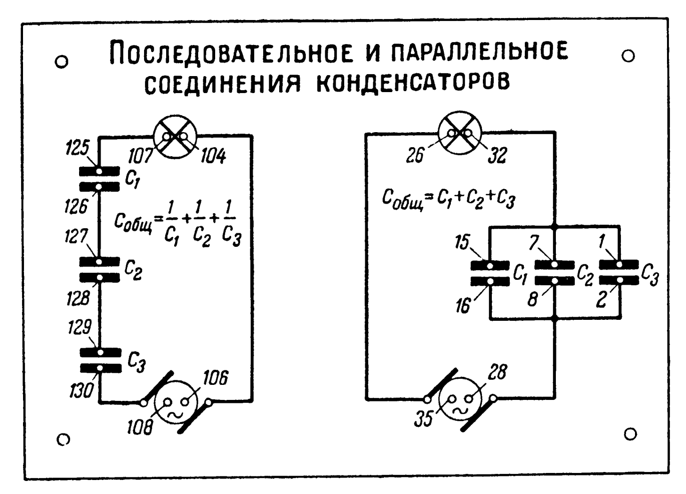
Последовательное и параллельное соединение конденсаторов. В этом макете (фиг. 5) объединяются две схемы — схема параллельного и схема последовательного соединения конденсаторов.

У схемы последовательного соединения конденсаторов отверстия для ее деталей должны совпадать с гнездами *104, 106, 107, 108, 125, 126, 127, 128, 129* и *130*, а для схемы параллельного соединения — с гнездами *1, 2, 7, 8, 15, 16, 26, 28, 32* и *35*.

Для сборки макета этих схем нужны следующие детали: конденсаторы постоянной емкости C_1, C_2 и C_3 — по 2 *мкф* и осветительная лампа мощностью 15 *вт*. Последняя может быть заменена миллиамперметром переменного тока.

Макет дает возможность наглядно показать, что при параллельном соединении конденсаторов их общее емкостное сопротивление уменьшается (потому что емкости конденсаторов суммируются).

Подтверждением этого служит возрастание яркости горения лампы или в случае применения миллиамперметра возрастание силы тока в цепи. Для большей наглядности и убедительности во время демонстрации этого опыта соединяемые конденсаторы включают в цепь не сразу все, а по



Фиг. 5. Макет „Последовательное и параллельное соединения конденсаторов".

одному, т. е. сперва один, затем два и, наконец, три конденсатора, наблюдая при этом за изменением свечения лампы или отклонением стрелки миллиамперметра, сигнализирующими об увеличении тока в цепи.

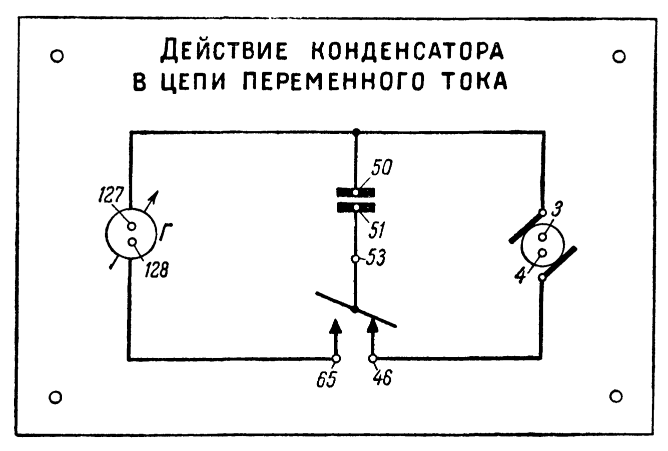
Влияние последовательного соединения конденсаторов на суммарную их емкость и величину емкостного сопротивления демонстрируется так: в схему включается сначала один конденсатор, а остальные гнезда схемы замыкаются закороченными штепсельными вилками; при этом осветительная лампочка будет, хотя и не очень ярко, светиться. При включении же второго такого же конденсатора лампочка перестанет светиться. При этом опыте лучше пользоваться в качестве индикатора тока не лампочкой, а миллиамперметром переменного тока, так как по показанию этого прибора нагляднее можно видеть, насколько резко умень-

шается ток в цепи при включении в схему каждого дополнительного конденсатора.

При демонстрации обоих этих опытов цепь схемы должна питаться переменным током электросети.

Этим же макетом можно пользоваться и для демонстрации закона параллельного и последовательного соединения сопротивлений, вычертив для этого соответствующие новые схемы.

Действие конденсатора в цепи переменного тока. Отверстия в схеме этого макета, служащие для включения деталей, должны совпадать с гнездами *3, 4, 46, 50, 51, 53; 65;*



Фиг. 6. Макет „Действие конденсатора в цепи переменного тока".

127 и *128*. Общий вид этого макета показан на фиг. 6. Для него нужны следующие детали и приборы: конденсатор постоянной емкости 2 *мкф*; демонстрационный гальванометр школьного типа и телеграфный ключ.

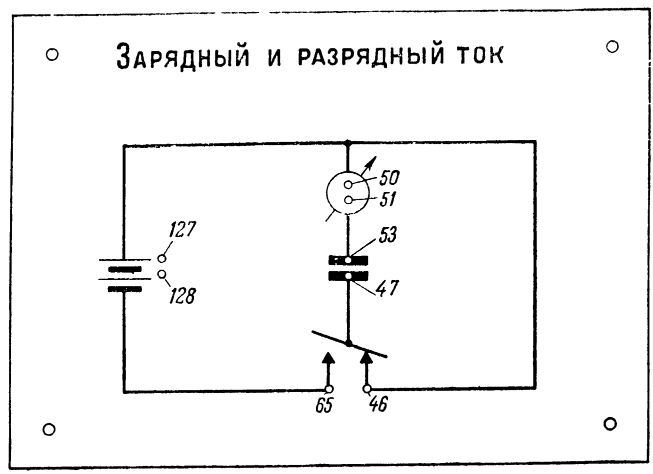
Конденсатор устанавливается на щите в гнезда *50*, *51*, ключ — в гнезда *53*, *46*, *65* и гальванометр — в гнезда *127*, *128*. В гнезда *3, 4* включается переменный ток.

С помощью этого макета можно показать, что напряжение между обкладками конденсатора, включенного в цепь переменного тока, все время изменяется и что конденсатор периодически перезаряжается, т. е. знаки зарядов на его обкладках периодически меняются на обратные.

При демонстрации опыта конденсатор замыканием телеграфного ключа подсоединяют то к источнику переменного тока, то к гальванометру, через который конденсатор раз-

ряжается. По величине угла и направлению отклонения стрелки гальванометра судят о величине и направлении мгновенного напряжения, действовавшего на обкладках конденсатора в момент размыкания цепи.

Зарядный и разрядный ток конденсатора. Для этого опыта можно использовать или предыдущую съемную схему, внеся в нее изменения, указанные на фиг. 7, или изготовить по этому чертежу отдельную схему. В последнем случае в схеме используются гнезда панели щита *46, 47*, *50, 51*, *53, 65, 127 и 128.* Для демонстрации опыта применяются детали и приборы: конденсатор постоянной емкости (бу-



Фиг. 7. Макет „Зарядный и разрядный ток конденсатора".

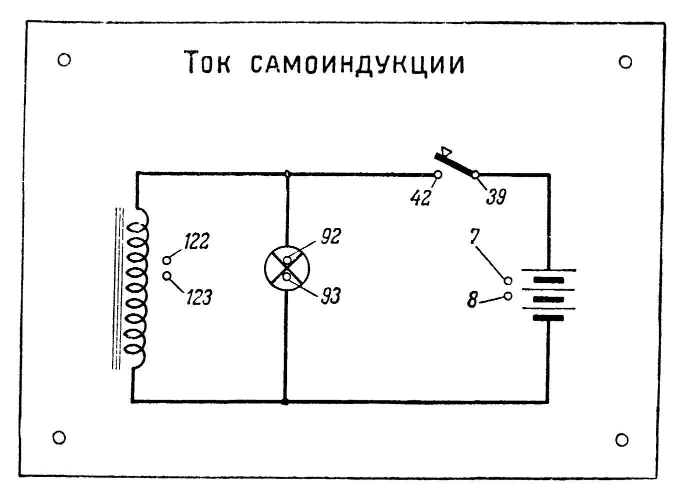
мажный) 2 *мкф*, демонстрационный гальванометр или миллиамперметр постоянного тока, телеграфный ключ и источник постоянного тока (аккумулятор).

Нажатием на головку телеграфного ключа конденсатор присоединяется к источнику тока и начнет заряжаться. При этом стрелка гальванометра под действием тока на момент заряда отклонится на некоторый угол и затем опять вернется в исходное положение.

При демонстрации этого явления надо предупредить наблюдателей, чтобы они обратили внимание на то, в какую сторону отклоняется стрелка гальванометра во время заряда конденсатора, и объяснить, что в этот момент в цепи течет ток в направлении от положительного полюса источника тока к обкладке конденсатора.

Затем поднятием кверху головки ключа замыкается правая половина схемы и размыкается цепь источника тока. При этом конденсатор оказывается замкнутым на гальванометр (миллиамперметр) и начинает разряжаться. Направление тока разряда в цепи будет теперь от обкладки конденсатора. Стрелка гальванометра во время разряда конденсатора отклонится в противоположную сторону, чем при заряде конденсатора.

Изменением емкости конденсатора и величины напряжения источника тока демонстрируют зависимость величины зарядного тока от емкости и напряжения.



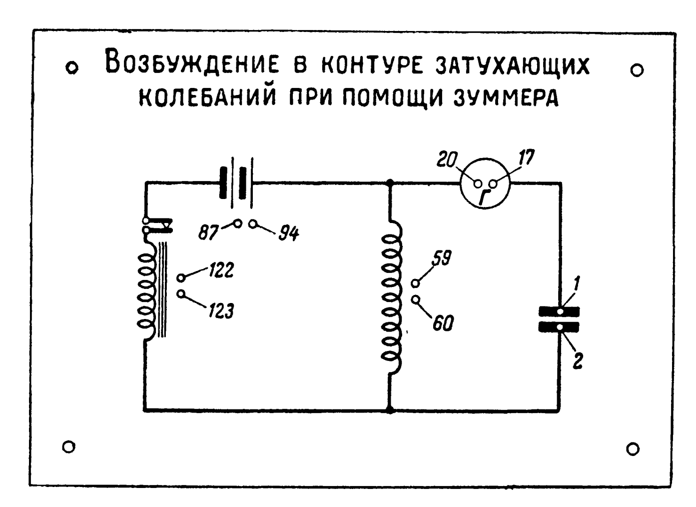
Фиг. 8. Макет „Ток самоиндукции".

Ток самоиндукции. У этого макета должны быть отверстия, совпадающие по расположению с гнездами *7, 8, 39, 42, 92, 93, 122* и *123* панели щита. При демонстрации опыта нужны следующие детали: школьный демонстрационный трансформатор, лампочка освещения шкалы на 6,3 *в*, телеграфный ключ. Общий вид макета приведен на фиг. 8.

В гнезда дросселя, изображенного на схеме, включается обмотка школьного трансформатора, рассчитанная на напряжение 110 *в*. Лампочка присоединяется параллельно этому дросселю. Ключ включается двумя своими контактами в схему так, чтобы при нажатии на его головку цепь замыкалась. Питание схемы осуществляется от аккумуляторной батареи напряжением 6 *в*.

Цель опыта — показать, что в момент отключения батареи в цепи с включенной в нее катушкой индуктивности возникает ток самоиндукции.

Порядок проведения этого опыта следующий: нажатием ключа замыкают цепь, в результате чего в ней появится постоянный ток, который будет протекать через дроссель (обмотку трансформатора) и присоединенную параллельно ему лампочку. Поэтому последняя будет светиться. В момент размыкания ключа батарея отключится от дросселя, и в



Фиг. 9. Макет „Возбуждение в контуре колебаний при помощи зуммера“.

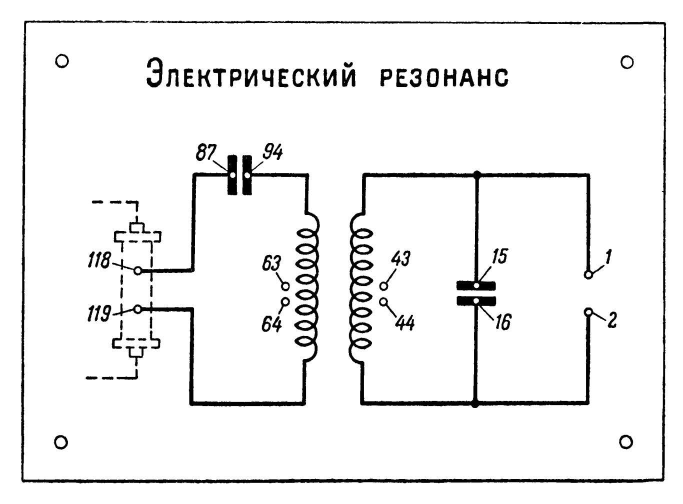
цепи прекратится ток. Но лампочка не погаснет, наоборот — на мгновение вспыхнет ярче, а затем медленно погаснет. Вспышка и медленное погасание лампочки после выключения из цепи батареи свидетельствуют о появлении в цепи дросселя и лампочки тока самоиндукции.

Полезно показать слушателям также и то, что при уменьшении коэффициента индуктивности катушки (дросселя) значения э. д. с. и тока самоиндукции уменьшаются, а при увеличении — возрастают. Для этого к гнездам дросселя подключают по очереди обмотки трансформатора, рассчитанные на напряжение 120 и 220 *в*, и изменение величины э. д. с. самоиндукции и тока определяют по степени яркости свечения лампочки в момент разрыва цепи. Вместо школьного трансформатора в этом опыте можно применять обыч-

ный силовой трансформатор или секционированный дроссель низкой частоты.

Возбуждение в контуре колебаний при помощи зуммера. Схема макета, применяющегося для демонстрации этого опыта, приведена на фиг. 9. В нем должны иметься отверстия, совпадающие по расположению с гнездами *1, 2, 17, 20, 59, 60, 87, 94, 122* и *123* панели щита.

Для опыта необходимы следующие детали: сотовая катушка, содержащая 50—80 витков, постоянный конденсатор



Фиг. 10. Макет „Электрический резонанс".

емкостью 100 *мкмкф*, зуммер, тепловой миллиамперметр (или лампа на 6,3 *в*) и аккумуляторная батарея напряжением 6 *в*.

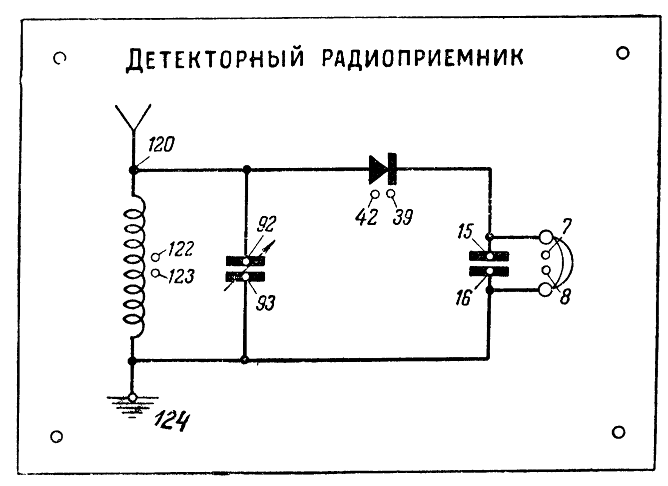
Цель опыта — показать, что при питании контура, состоящего из катушки и конденсатора, от источника постоянного тока через зуммер в этом контуре возникают вынужденные электрические колебания. Наличие этих колебаний фиксируется миллиамперметром *Г* или лампочкой. Если конденсатор выключить (вынуть из гнезд), то колебания в контуре прекратятся, и поэтому стрелка миллиамперметра установится на нуль шкалы, а лампочка погаснет.

Электрический резонанс. Схема этого макета приведена на фиг. 10.

Отверстия в листе, предназначенные для включения деталей первичного контура, должны совпадать с гнездами

63, 64, 87, 94, 118 и *119*, а для деталей резонирующего контура — с гнездами *1, 2, 15, 16, 43* и *44* панели щита.

Для демонстрации опыта нужны две сотовые катушки, постоянный конденсатор емкостью 100 *мкмкф* и переменный конденсатор (15-16) емкостью до 500 *мкмкф*. Индикатором колебаний, возникающих во вторичном (резонирующем) контуре, может служить тепловой миллиамперметр с добавочным сопротивлением, присоединяемый параллельно переменному конденсатору. Величина добавочного сопротивления к миллиамперметру подбирается опытным путем. Миллиамперметр можно включать и последовательно в контур, но без добавочного сопротивления. Миллиамперметр можно заменить лампочкой на 6,3 *в*.



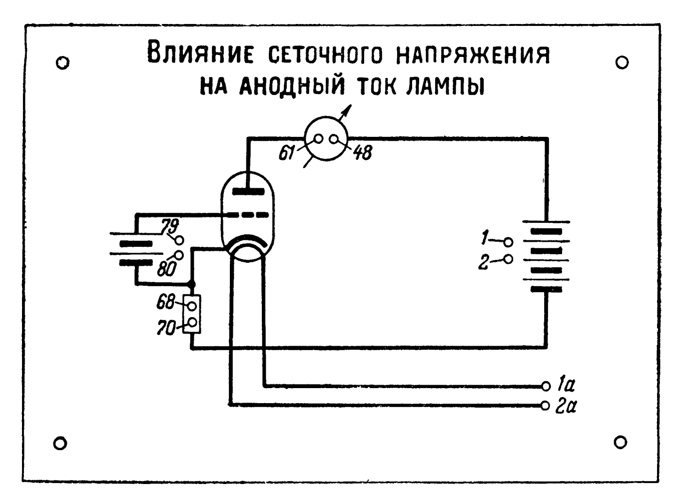
Фиг. 11. Макет „Детекторный радиоприемник".

Колебания в первом контуре возбуждаются с помощью индукционной катушки, питаемой от аккумуляторной батареи напряжением 6 *в*.

С помощью такого макета можно показать слушателям, что если в одном из контуров генерируются электрические колебания высокой частоты, то такие же колебания возникают и во втором контуре, причем амплитуда этих колебаний достигает наибольших значений, если второй контур точно настроен в резонанс с первым. О моменте наступления резонанса судят по максимальному отклонению стрелки миллиамперметра или наибольшей яркости свечения лампочки.

Детекторный радиоприемник. Общий вид макета приведен на фиг. 11. Он должен иметь отверстия, совпадающие с гнездами *7, 8, 15, 16, 39, 42, 92, 93, 120, 122, 123* и *124*.

Для сборки макета используются следующие детали: катушка индуктивности, конденсатор переменной емкости, кристаллический детектор, блокировочный конденсатор постоянной емкости 1 000—2 000 *мкмкф* и телефонные трубки. К гнезду, имеющемуся рядом с изображением антенны, присоединяется снижение от антенны.



Фиг. 12. Макет „Влияние сеточного напряжения на анодный ток лампы.

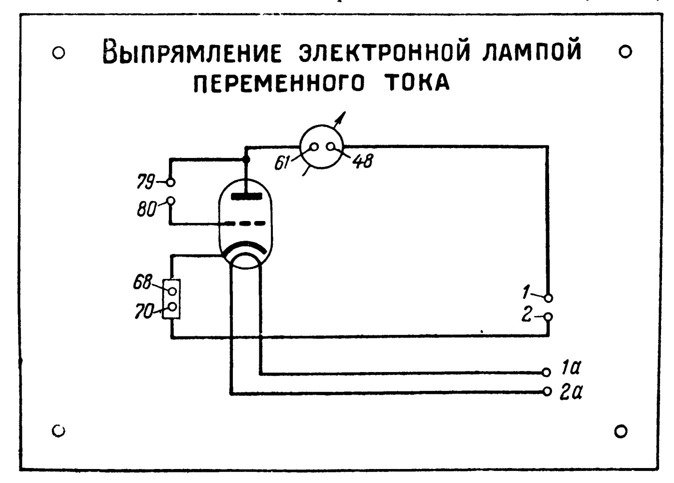
При демонстрации работы этой схемы слушателей знакомят с процессом настройки приемника и приемом какой-либо станции.

Следует обратить внимание слушателей на то, что передача станции слышна только в том случае, когда контур приемника настроен на волну (частоту колебаний) этой станции. Одновременно можно также показать роль детектора в процессе приема радиопередачи: при выключении детектора и замыкании накоротко его гнезд прием прекращается.

Влияние сеточного напряжения на анодный ток лампы. Схема макета изображена на фиг. 12. У этого макета должны быть отверстия, совпадающие с гнездами *1*, *1a*, *2*, *2a*, *48*, *61, 68, 70, 79, 80,* и ламповая панелька $Л_2$. При демонстрации опыта в качестве лампы можно применять триод 6С5

или любого другого типа. В катодную цепь лампы для ограничения анодного тока включается сопротивление величиной 400—600 *ом*. Анодный ток измеряется магнитоэлектрическим миллиамперметром. Для подачи на сетку лампы управляющего напряжения используется батарейка от карманного фонаря, присоединяемая к сетке и катоду лампы. Цепи анода и накала лампы питаются от кенотронного выпрямителя.

Демонстрация опыта ведется в таком порядке. Первоначально гнезда сеточной батареи замыкают накоротко, и по



Фиг. 13. Макет „Выпрямление переменного тока электронной лампой".

отклонению стрелки миллиамперметра определяют, какой силы анодный ток протекает через лампу. Затем к названным гнездам подключают батарейку от карманного фонаря так, чтобы ее отрицательный полюс оказался присоединенным к сетке лампы. При таком включении батарейки анодный ток лампы резко уменьшится.

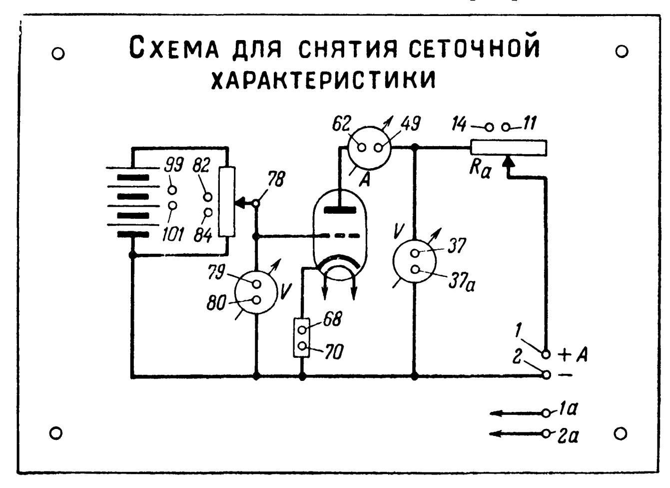
Дальше можно присоединить батарейку к сетке и катоду в обратном порядке и этим самым наглядно показать, что при подаче положительного напряжения на управляющую сетку лампы анодный ток резко возрастает. Однако демонстрация последнего опыта должна быть кратковременной, так как у некоторых ламп допустимая мощность рассеяния на аноде очень мала.

Выпрямление переменного тока электронной лампой. Этот макет (фиг. 13) предназначен для показа одностором-

ней проводимости лампы типа диода. Так как на демонстрационном щите нет четырехштырьковой ламповой панельки, то в качестве диода применяется трехэлектродная лампа с закороченными сеткой и анодом.

Для демонстрации этого опыта можно использовать предыдущую съемную схему, поскольку для него используются те же гнезда панели щита.

Для сборки макета нужны: триод (например, типа 6С5), миллиамперметр постоянного тока и сопротивление величиной 100 *ом*. Последнее включается в разрыв цепи катода



Фиг. 14. Макет „Исследование триода".

лампы и служит для ограничения ее анодного тока. Питать нить накала лампы можно от понижающей обмотки силового трансформатора (от цепи накала радиоприемника), а анодную цепь — непосредственно от электросети переменного тока.

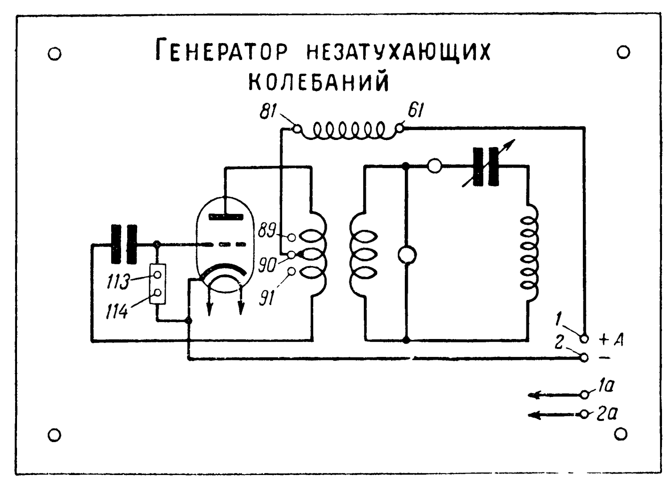
Об односторонней проводимости лампы будет свидетельствовать отклонение стрелки миллиамперметра магнитоэлектрического типа, служащего для измерения только при постоянном токе.

Снятие характеристики триода. Этот макет предназначается не только для демонстрации влияния напряжений на управляющей сетке и на аноде лампы на величину анодного тока, но и для снятия анодно-сеточных характеристик.

Схема его показана на фиг. 14. Для включения деталей схема должна иметь отверстия, совпадающие по располо-

жению с гнездами *1, 2, 11, 14, 37, 37а, 49, 62, 68, 70, 78, 79, 80, 82, 84, 99, 101,* а также *1а* и *2а* панели щита.

Для демонстрации опыта необходимы следующие детали: триод, например типа 6С5; переменное сопротивление (школьный реостат), включаемое в качестве потенциометра в цепь сеточной батареи; набор из двух-четырех постоянных сопротивлений величиной по нескольку тысяч ом, включаемых поочередно в гнезда, предназначенные для анодного сопротивления, изображенного на схеме в виде реостата R_a;



Фиг. 15. Макет „Генератор незатухающих колебаний".

вольтметр *V* магнитоэлектрического типа со шкалой до 200 *в* для измерения напряжения на аноде лампы; вольтметр *V* того же типа со шкалой до 15—20 *в* для измерения напряжения на сетке лампы; миллиамперметр *А* магнитоэлектрического типа со шкалой до 15—20 *ма* для измерения анодного тока лампы. Для подачи смещения на сетку лампы используется батарейка от карманного фонаря. Нить накала и анодная цепь лампы питаются от обычного кенотронного выпрямителя.

Генератор незатухающих колебаний. Этот макет (фиг. 15) состоит собственно из двух частей: генератора незатухающих колебаний, детали которого укрепляются непосредственно на вычерченной на сменном листе схемы, и из вторичного контура, который хотя и вычерчен на том же листе, но детали его монтируются на отдельной панели. Описание такого вторичного контура и его устройство дается отдельно.

Для демонстрации работы этого макета используются гнезда *1*, *1а*, *2*, *2а*, *61*, *81*, *89*, *90*, *91*, *113* и *114*.

В набор деталей макета входят: лампа типа 6Ф6; катушка колебательного контура генератора, состоящая из трех витков медной проволоки 4—5 *мм*, диаметр ее обмотки 120 *мм*; спираль, соединяющая контурную катушку с анодным дросселем передатчика, состоящая из 30 витков проволоки диаметром 1,5 *мм*, диаметр витка этой спирали равен 8—10 *мм* (при сборке макета один конец этой спирали вставляется в гнездо *90*, а второй, оканчивающийся крючком, прикрепляется к средней части контурной катушки); дроссель, включаемый в анодную цепь передатчика и представляющий собой спираль из 20 витков проволоки диаметром 1,5—2 *мм* (диаметр витка его обмотки равен 15 *мм*); сопротивление величиной 15 000—20 000 *ом*, включаемое в цепь управляющей сетки лампы 6Ф6; постоянный конденсатор емкостью 50—75 *мкмкф*, входящий в состав колебательного контура передатчика; подстроечный конденсатор (керамический) емкостью 5—50 *мкмкф*.

Следует отметить, что постоянные и полупеременный конденсаторы расположены с обратной стороны панели и припаяны наглухо к монтажной схеме.

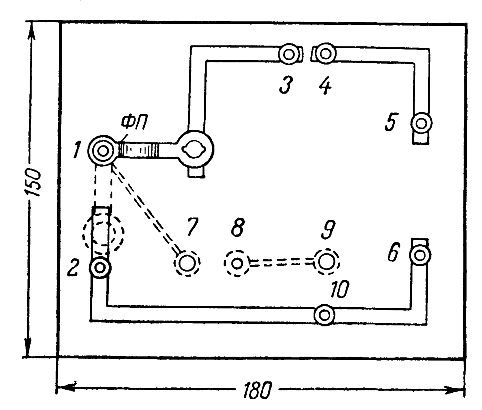
Во избежание ошибок при вычерчивании принципиальной схемы заметим, что гнезда *89* и *91* предназначены для контурной катушки, *113* и *114* — для сопротивления в цепи сетки генераторной лампы, *1а* и *2а* — для присоединения источника тока цепи накала лампы и *61* и *81* — для дросселя анодной цепи лампы.

Вторичный (приемный) контур, как уже было сказано, монтируется на отдельной панельке, размеры которой и расположение отверстий показаны на фиг. 16. На этой панельке в зависимости от опыта могут собираться схемы, показанные на фиг. 17. Для этого на панели размещается 7 гнезд, соединенных между собой на лицевой стороне полосками, вырезанными из тонкой листовой латуни. Гнезда *7*, *8* и *9* соединены с обратной стороны панельки и используются при демонстрации макета «Передатчик», описание которого дается на стр. 27. В этом случае панелька служит в качестве детекторного приемника.

Пластинка *ФП* с лампочкой (фиг. 18) может поворачиваться вокруг гнезда *1* на угол 90° и принимать положение, показанное на фиг. 16 пунктиром. В последнем случае лампочка окажется присоединенной параллельно витку контура, включенному в гнезда *1* и *2*. Этот виток диаметром

200—250 *мм* изготовляется из латунной проволоки толщиной 2—3 *мм*.

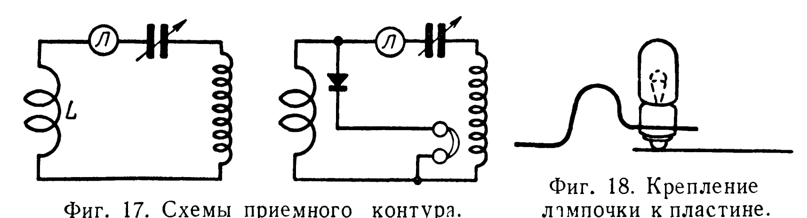
Гнезда *3* и *4* предназначены для присоединения к ним конденсатора переменной емкости. Этот конденсатор самодельный. Его устройство понятно из фиг. 19. Пластины это-



Фиг. 16. Панелька для приемного контура.

го конденсатора вырезаются из листового алюминия и прикрепляются к ножкам штепсельной вилки. Собирается такой конденсатор на пластинке из какого-либо изоляционного материала.

Гнезда *5* и *6* предназначены для включения индуктивных сопротивлений. Необходимы два таких сопротивления: одно



Фиг. 17. Схемы приемного контура.

Фиг. 18. Крепление лампочки к пластине.

в виде спирали из 5—6 витков, а второе — из 10—12 витков. Оба они делаются из проволоки диаметром 1 *мм*; диаметр витка спирали равен 15 *мм*.

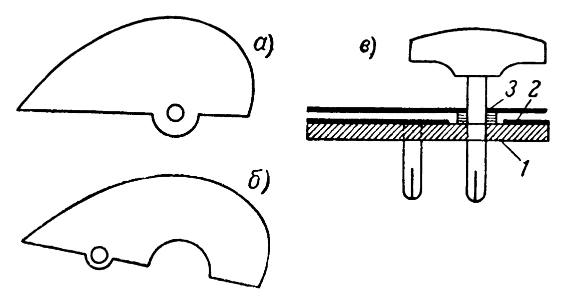
С помощью описанного макета можно демонстрировать ряд интересных опытов. Укажем на некоторые из них.

1. Физиологическое действие токов высокой частоты. Этот опыт проводится так: надо вынуть из приемной панельки лампочку, закоротить пластинки, с которыми она

была соединена, и, поднося виток к катушке генератора, прикоснуться влажным пальцем к полоске, соединяющей гнезда *1* и *3*. В момент прикосновения будет возникать впечатление ожога и уколов в палец.

2. Виток, замкнутый на лампочку, подносят к контуру генератора; при этом нить лампочки будет накаливаться под действием колебаний высокой частоты генератора.

При удалении витка или повороте его в положение, перпендикулярное катушке генератора, степень накала лампочки будет уменьшаться, или она совсем погаснет. Настроив



Фиг. 19. Самодельный конденсатор переменной емкости.

1 — основание конденсатора; *2* — неподвижная пластина; *3* — подвижная пластина.

затем второй контур точно в резонанс с генератором, можно продемонстрировать, что лампочка вновь начнет светиться.

3. Помещая между катушками генератора и приемника пластины из различных материалов (стекла, дерева, меди, картона, стали и пр.), можно наглядно продемонстрировать, какие из этих материалов «прозрачны» и какие «непрозрачны» для электромагнитного поля высокой частоты.

Радиоприемник типа 0-V-0. Для этого макета (фиг. 20) используются гнезда *1, 1а, 2, 2а, 48, 61, 68, 70, 78, 83, 92, 93, 121, 122, 123* и *124* панели щита. Отверстие для лампы совпадает с ламповой панелью $Л_2$.

Макет собран по общеизвестной простейшей схеме однолампового приемника с сеточным детектированием.

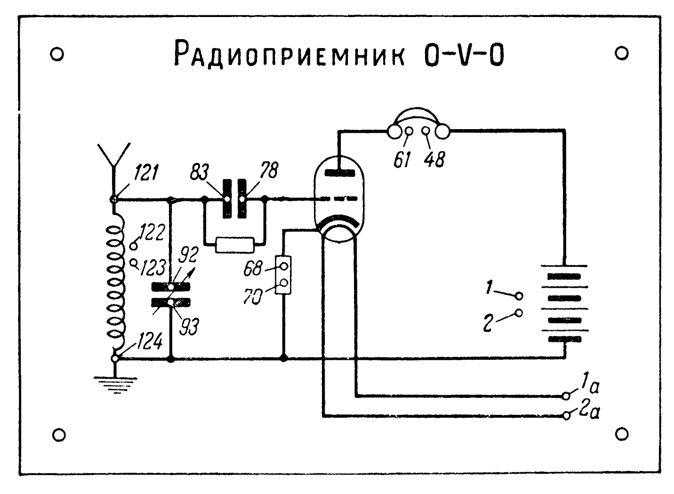
Катушка индуктивности контура берется с такими данными, которые обеспечивали бы прием местной радиостанции. По типу и устройству она не отличается от катушки, используемой для макета «Детекторный радиоприемник». Параллельно ей присоединяется конденсатор переменной емкости до 500 *мкмкф*. В цепь сетки лампы вклю-

чены конденсатор емкостью 100 *мкмкф* и сопротивление 0,5—1 *мгом*. Лампа — триод подогревный, например типа 6С5.

Питание схемы осуществляется от выпрямителя того же типа, который применяется в приемниках.

Демонстрация работы схемы проводится путем приема передач местной радиостанции.

Радиоприемник типа 0-V-1. Схема этого макета приведена на фиг. 21. У него должны быть отверстия, совпадающие с гнездами *1, 1а, 2, 2а, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 18, 19, 23, 24,*



Фиг. 20. Макет „Радиоприемник 0-V-0".

29, *30*, *32*, *33*, *36*, *37*, *49*, *62*, *68*, *70*, *78*, *79*, *80*, *83*, *92*, *93*, *121*, *122*, *123* и *124* панели щита.

При столь большом числе отверстий в этой схеме легко можно допустить ошибку при включении деталей. Рекомендуется поэтому все отверстия на лицевой стороне схемы снабдить присвоенными им порядковыми номерами и лишь после этого приступать к вычерчиванию самой схемы, изображенной на фиг. 21.

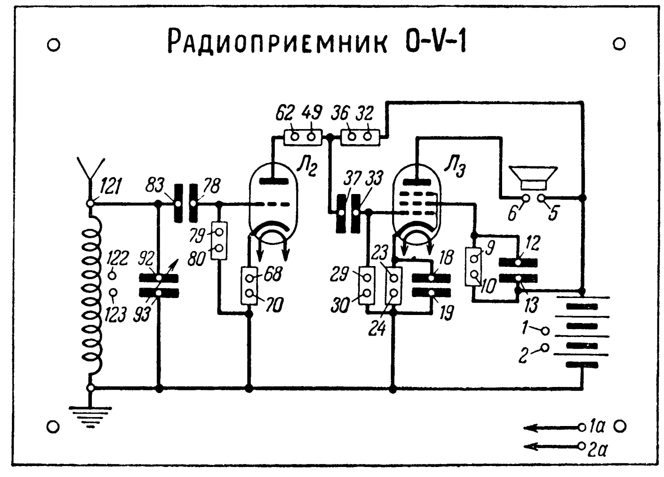
Для сборки макета нужны следующие детали: катушка индуктивности с теми же данными, что и катушка предыдущих схем; конденсатор *92-93* с максимальной емкостью около 500 *мкмкф*; конденсатор 78-83 = 200 *мкмкф*; *33-37* = 20 000 *мкмкф*; *18-19* = 10 *мкф*; *12-13* = 2 *мкф*; со-

противления *79-80* = 0,5 *мгом*; *68-70* = 100 *ом*; *49-62* = = 20 000 *ом*; *32-36* = 80 000 *ом*; *29-30* = 0,5—1,0 *мгом*; *23-24* = 400 *ом*; *9-10* = 20 000 *ом*; лампа $Л_2$ — триод типа 6С5; $Л_3$ — пентод 6Ф6С.

Для питания приемника применяется обычный кенотронный выпрямитель. Работа схемы демонстрируется практическим приемом местной станции на громкоговоритель. Прием производится на комнатную или наружную антенну.

Радиопередатчик. Схема передатчика с установленными деталями показана на фиг. 22.

Для демонстрации работы этой схемы используются гнезда *1, 1а, 2, 2а, 61, 81, 89, 90, 91, 109, 110, 113* и *114*. Отверстие для лампы совпадает с гнездами панельки лампы $Л_1$ щита.



Фиг. 21. Макет „Радиоприемник 0-V-1".

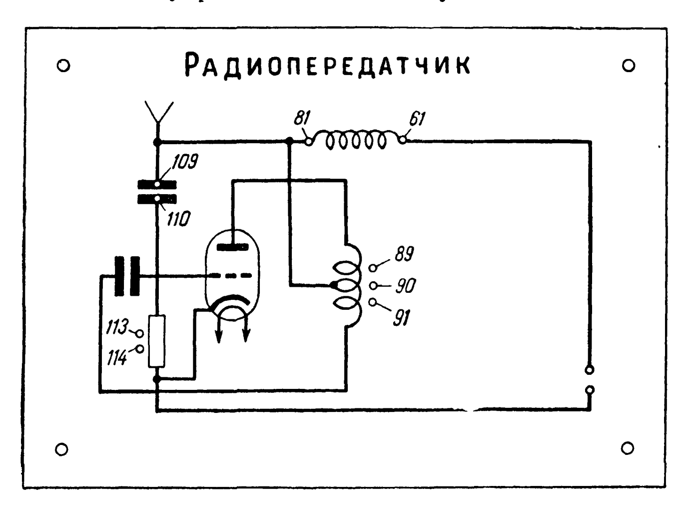
Генератор работает на лампе 6Ф6С. Катушка контура дроссель и спираль, соединяющая дроссель со средней точкой контурного витка, — те же, что и в макете «Генератор незатухающих колебаний». В цепь сетки лампы включено сопротивление 15 000—20 000 *ом*. Контур соединяется с сеткой лампы через конденсатор емкостью 20 000—50 000 *мкмкф*.

В качестве приемника сигналов служит смонтированный на маленькой панели такой же контур, какой применялся при опытах с макетом «Генератор незатухающих колебаний». Для приема передаваемых сигналов достаточно вклю-

чить в гнезда *7* и *8* этой панели детектор, а в гнезда *9* и *10* — телефонные трубки (фиг. 16 и 17). С таким устройством можно принимать сигналы на расстоянии 20—30 *м* от передатчика.

Принцип действия звукового кино. Этот макет (фиг. 23) представляет собой двухламповый усилитель низкой частоты, на входе которого включен фотоэлемент типа ЦГ-3. Данные усилителя те же, что и для схемы фиг. 21.

Перед фотоэлементом помещают диск от школьной сирены Опельта, укреплённый на валу небольшого электро-



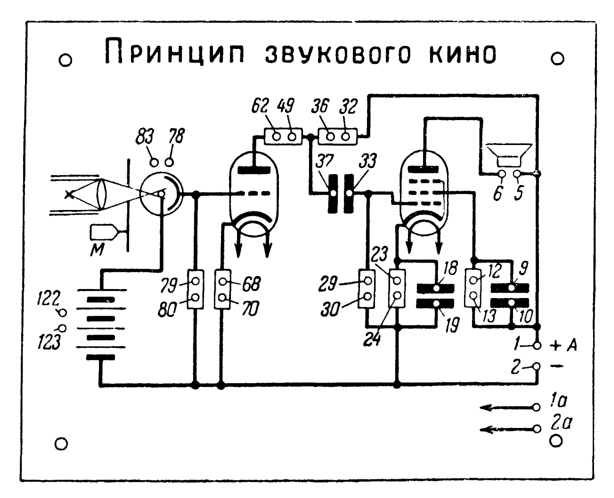
Фиг. 22. Макет „Радиопередатчик".

двигателя. Для подачи света на фотоэлемент через отверстия диска сирены используется проекционный фонарь ПФ школьного типа.

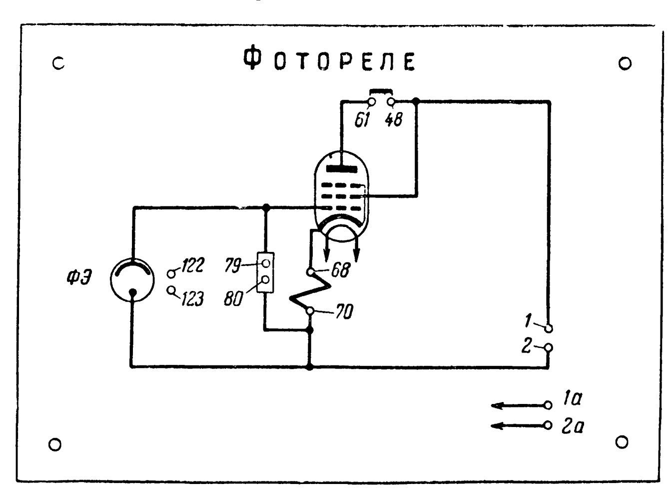
Меняя скорость вращения диска и тем самым изменяя частоту импульсов света, попадающих от проекционного фонаря на фотоэлемент, получают характерные прерывистые звуки в громкоговорителе, которые при достаточной скорости вращения диска сливаются в тональный звук. При дальнейшем увеличении скорости вращения диска можно получать звуки разной тональности.

В макете должны быть отверстия, совпадающие с гнездами *1, 1а, 2, 2а, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 18, 19, 23, 24, 29, 30, 32, 33, 36, 37, 49, 62, 68, 70, 78, 79, 80, 83, 122* и *123*,

Действие фотореле. В комплект деталей макета, иллюстрирующего работу фотореле (фиг. 24) входят: фотоэлемент ФЭ типа ЦГ-3, лампа типа 6Ф6С, сопротивление



Фиг. 23. Макет „Принцип действия звукового кино".



Фиг. 24. Макет „Действие фотореле".

величиной 30—40 *мгом* и электромагнитное реле телефонного типа, которое включает и выключает цепь питания электрического звонка.

Сопротивление величиной 30—40 *мгом* можно изготовить из обычного сопротивления типа Каминского величиной 2—5 *мгом*. Для этого надо соскаблить с поверхности последнего проводящий слой, оставив лишь полоску его шириной 2—3 *мм*. Питается макет от обычного кенотронного выпрямителя.

Для включения деталей макет должен иметь отверстия совпадающие с гнездами *1, 1а, 2, 2а, 48, 61, 68, 70, 79, 80, 122* и *123* панели щита.

Как видно из схемы, электромагнитное реле включено в цепь катода лампы. При таком способе включения реле выполняет две функции: во-первых, при повышении анодного тока оно включает исполнительную цепь, т. е. звонок; во-вторых, реле играет роль катодного сопротивления, с которого подается отрицательное смещение на сетку лампы. Сопротивление служит утечкой сетки и нагрузкой фотоэлемента.

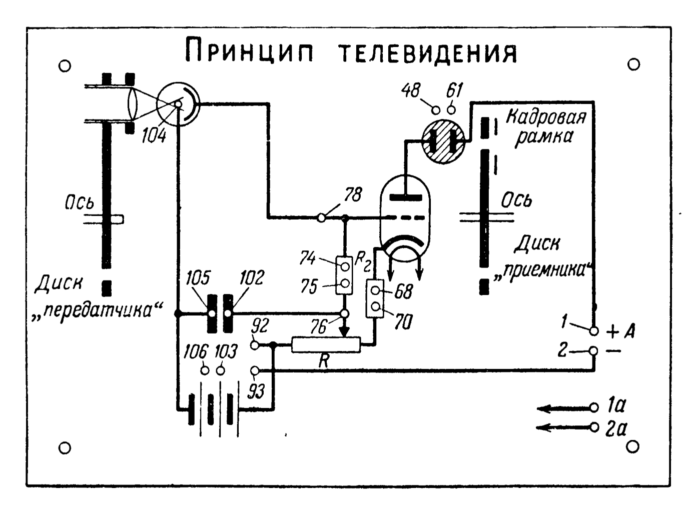
В то время, когда катод фотоэлемента освещен, на сетку лампы подается отрицательное смещение. Анодный ток лампы при этом уменьшается, и реле не срабатывает. При затемнении же фотоэлемента величина отрицательного смещения значительно снижается, вследствие чего анодный ток лампы увеличивается, что приводит к срабатыванию реле. Последнее включает звонок, в результате чего получается звуковой сигнал.

Принцип телевидения. Установка для наглядного ознакомления с принципом телевидения состоит из двух частей. Первая ее часть состоит из схемы, показывающей весь процесс передачи и приема телевидения, начиная с разложения изображения на отдельные элементы и до получения изображения в месте приема. В эту часть схемы, которая представляет собой усилитель, связывающий место передачи с местом приема изображения, входят следующие детали: усилительная лампа (триод), потенциометр *R* для регулирования силы сигнала, разделительный конденсатор, катодное и сеточное сопротивление лампы. Эта часть схемы показана на фиг. 25. Для включения деталей этот макет должен иметь отверстия, совпадающие с гнездами *1, 1а, 2, 2а, 48, 61, 68, 70, 74, 75, 76, 78, 92, 93, 102, 103, 104, 105, 106* панели демонстрационного щита.

Вторая часть установки (левая часть схемы) служит для фактического разложения изображения на отдельные элементы и для воспроизведения его в месте приема. Эта часть установки показана на фиг. 26. Она состоит из двух дисков

Нипкова, насаженных на общий вал, вращающийся в вертикальных стойках. На одной из этих стоек укреплен изогнутый стержень, на котором установлены кадровая рамка, объектив и двояковыпуклая линза, фокусирующая луч света на заднюю стенку фотоэлемента типа ЦГ-3. У приемного диска Нипкова на точно таком же стержне укреплены неоновая лампа и кадровая рамка.

Фотоэлемент и неоновая лампа присоединяются к соответствующим гнездам схемы при помощи шнуров с вилками.



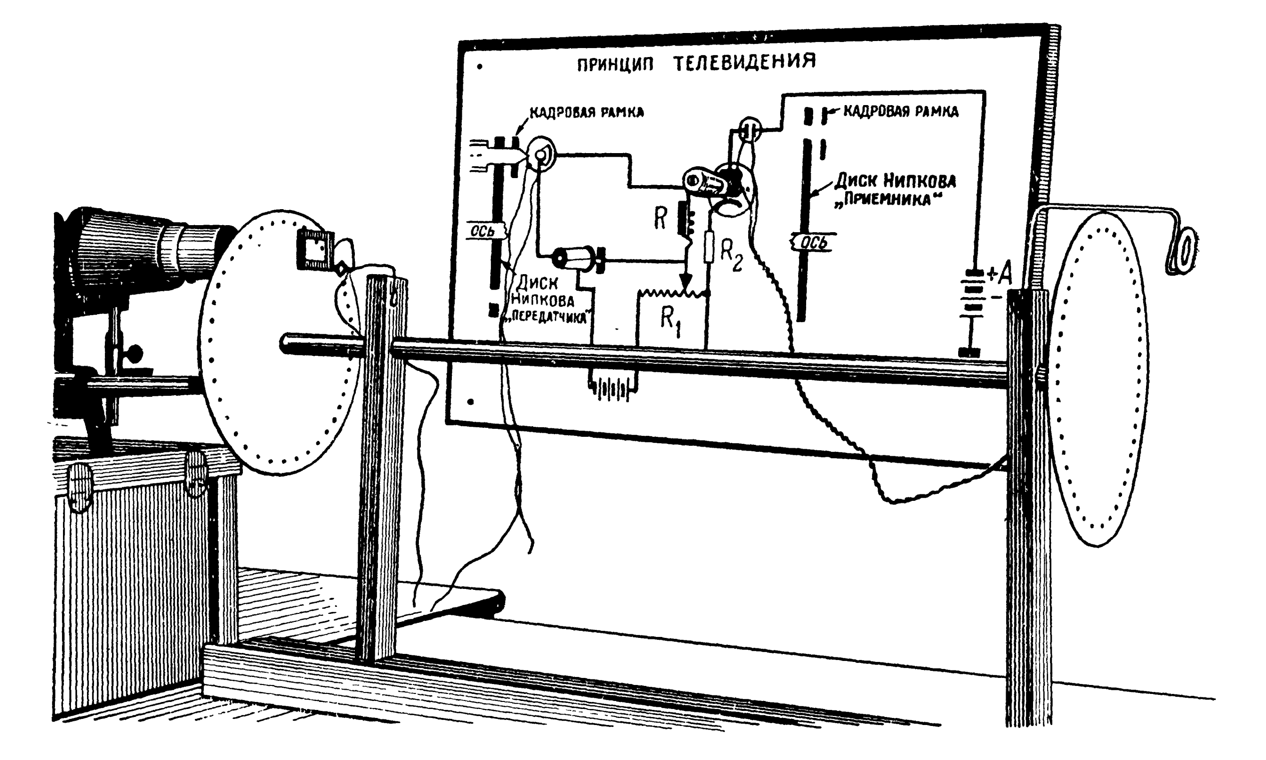
Фиг. 25. Макет „Принцип телевидения".

К схеме шнурами присоединяются источники питания, а также батарея смещения напряжением 40—60 *в*.

Источником света служит проекционный фонарь школьного типа.

Перед демонстрацией следует отрегулировать уровень потенциала на сетке так, чтобы при освещении фотоэлемента неоновая лампа горела ярким светом, а при затемнении фотоэлемента яркость ее свечения резко падала. Регулировка осуществляется потенциометром *R* величиной около 1 500 *ом*.

Отрегулировав установку, в кадровое окно передающей части вставляют стеклянную пластинку с нарисованными на ней тушью буквами или силуэтом какого-либо предмета. Передаваемое изображение наблюдают в кадровом окне приемной части перед неоновой лампой.



Фиг. 26. Полная установка для демонстрации принципа телевидения.

При малых оборотах диска будет видна построчная развертка изображения. При увеличении скорости вращения диска заметно повышается четкость принимаемого изображения.

При перемещении пластинки с нанесенными на ней буквами наблюдатель сможет в кадровом окне приемной части прочитать отдельные слова.

Диаметр диска Нипкова равен 30 *см*. В каждом из них пробито по 10 отверстий размерами 3×4 *мм*. Вал установки вращается небольшим электродвигателем. В крайнем случае его можно вращать от руки.

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ УЧЕБНЫЙ МАКЕТ

(Экспонат В. Д. ГОЛЯЕВА, г. Москва)

Данный учебный макет, разработанный В. Д. Голяевым, предназначается в качестве наглядного пособия при объяснении сущности процессов модуляции в передатчиках и детектирования в приемниках.

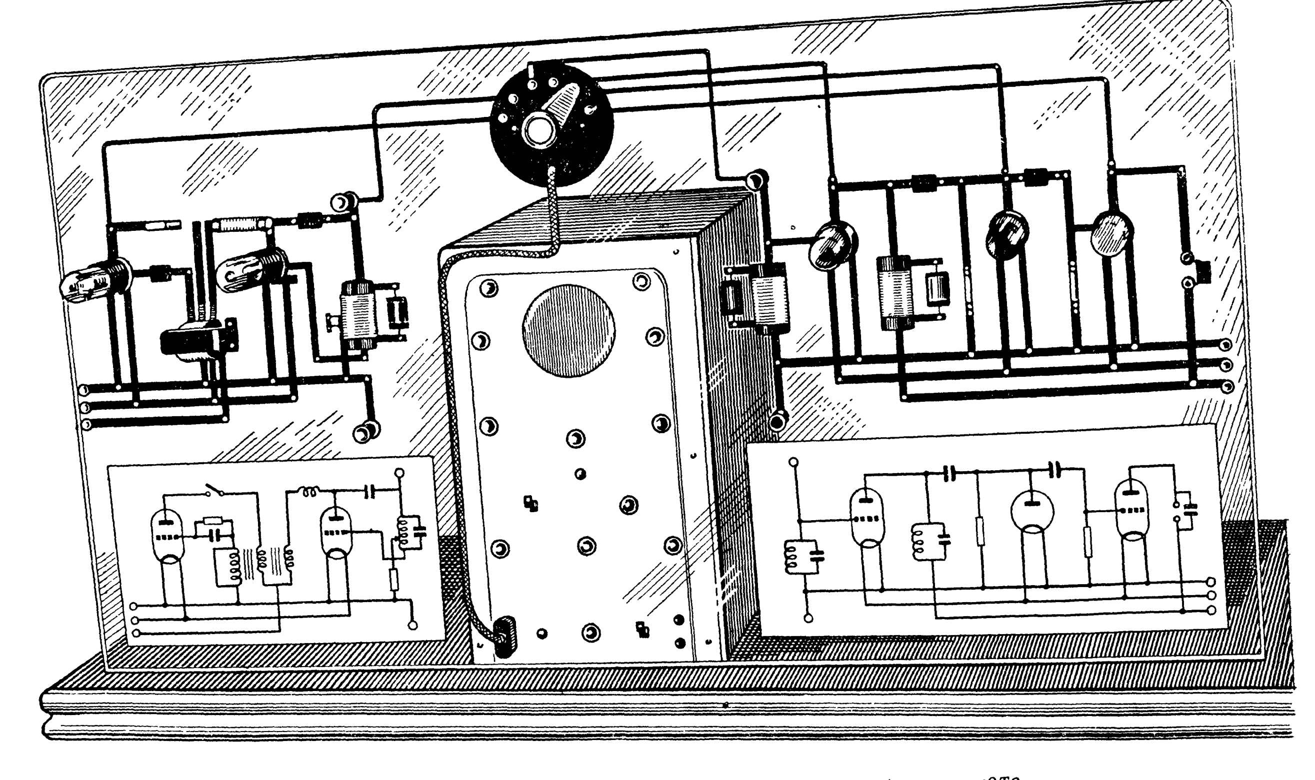
Этот макет дает возможность наблюдать на экране осциллографа: колебания звуковой частоты в модуляторе передатчика; незатухающие колебания высокой частоты, действующие в контуре и антенне передатчика, в антенне приемника и на выходе усилителя высокой частоты приемника; модулированные колебания высокой частоты, действующие в тех же участках схем передатчика и приемника; колебания низкой частоты на выходе детектора и на выходе усилителя низкой частоты.

УСТРОЙСТВО МАКЕТА

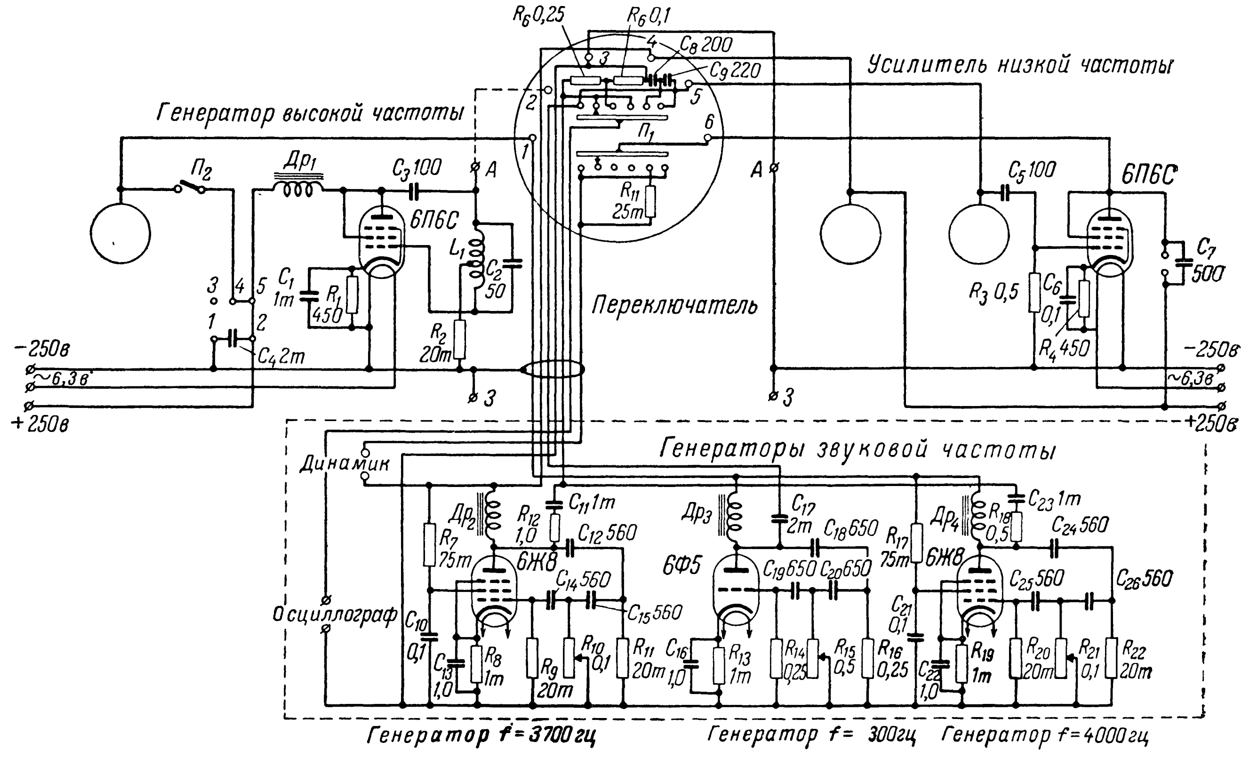
Общий вид макета показан на фиг. 27. Макет представляет собой панель, в верхней части которой слева расположен передатчик, а справа — приемник 1-V-1 прямого усиления. Под ними изображены их принципиальные схемы.

Между передатчиком и приемником находится переключатель $П_1$ (фиг. 28), с помощью которого определенные их цепи присоединяются к катодному осциллографу и динамику, расположенному вне макета.

Надо заметить, что бо́льшая часть смонтированных на макете деталей в действительности в работе не участвует. Фактически действующими частями схемы этого макета являются (фиг. 28): в передатчике — генератор колебаний



Фиг. 27. Общий вид демонстрационного учебного макета.



Фиг. 28. Фактически работающая часть развернутых схем макета.

высокой частоты (лампа 6П6С) и выключатель модулятора $П_2$, а в приемнике — ступень усиления низкой частоты.

Генератор передатчика используется только для демонстрации получения колебаний высокой частоты и образования стоячих волн в проводе.

Так как модулирующая частота значительно отличается от несущей частоты и поэтому трудно одновременно наблюдать напряжения обоих этих колебаний на экране осциллографа, пришлось несколько изменить схему радиолинии. Это изменение выражается в том, что в состав макета вводятся три низкочастотных генератора на *RC*. Эти генераторы, смонтированные вместе с осциллографом, составляют невидимую часть макета радиолинии и являются основной рабочей частью всего учебно-наглядного пособия. Роль генератора высокой частоты при демонстрации колебаний высокой частоты на экране осциллографа выполняет звуковой генератор, смонтированный в корпусе осциллографа. Он генерирует колебания низкой частоты 3 700 *гц*. Там же смонтированы еще два звуковых генератора. Один генерирует частоту 300 *гц* и второй — 4 000 *гц*. Первый используется при демонстрации работы модулятора, а также детектора и усилителя низкой частоты приемника, а второй (совместно с генератором, возбуждающим колебания 3 700 *гц*) — при демонстрации процесса получения модулированных колебаний и усиления их в приемнике. Колебания всех перечисленных видов подводятся к осциллографу путем подключения к нему соответствующих цепей макета с помощью переключателя $П_1$. На макете фиг. 27 видно, что при передвижении ползунка переключателя $П_1$ с контакта на контакт к осциллографу подключается та или иная цепь передатчика или приемника. В действительности же этот переключатель подключает к осциллографу один или два из трех упомянутых звуковых генераторов (фиг. 28). Возбуждаемые этими генераторами колебания и наблюдают на экране осциллографа.

Генератор высокой частоты. Для упрощения схемы на фиг. 27 показано, что генератор работает на лампе с непосредственным накалом. В действительности же для него используется лампа 6П6С. Он собирается по трехточечной схеме с непосредственной связью с антенной (фиг. 28).

Катушка контура L_1 намотана на прессшпановом каркасе длиной 55 *мм* и диаметром 22 *мм*. Она состоит из 27 витков изолированного провода диаметром 0,8 *мм*; от 10-го витка сделан отвод.

Дроссель высокой частоты $Др_1$ намотан на фарфоровом стержне (трубке) диаметром 10 *мм* и длиной 50 *мм* и содержит 50 витков провода ПШД 0,2.

Модуляционный трансформатор — фиктивный. В качестве него может быть использован любой низкочастотный трансформатор или даже просто пустая металлическая коробка, на которой для вида устанавливается пять зажимов. Зажимы *2*, *4* и *5* закорачиваются, а зажим *3* остается свободным. Между зажимами *1* и *2* включается конденсатор C_4 емкостью 2 000 *мкмкф*. Наличие этого конденсатора обязательно, так как без него возможен срыв колебаний генераторов низкой частоты.

Данные остальных деталей указаны на схеме.

Сопротивление R_1 и конденсатор C_1 спрятаны за панелькой лампы. Для демонстрации стоячих волн в проводе имеется трубка самоиндукции. Она представляет собой дубовый стержень диаметром 30 *мм* и длиной 800 *мм*, на который намотан провод в хлорвиниловой изоляции диаметром 1,5 *мм* (с изоляцией). Внизу трубки имеется зажим для подключения ее к генератору.

Индикатор выполнен в виде двух витков провода, к концам которых присоединена лампочка на 6 *в*, 0,06 *а*. Диаметр витка равен 50 *мм*. Виток имеет ручку из изолирующего материала. Объединяя вместе с витком неоновую лампочку (МН-5) от приемника «Рекорд», можно показывать одновременно пучности токов и узлы напряжений в проводе. Этим же витком можно демонстрировать наличие электромагнитных колебаний в контуре передатчика.

Усилитель низкой частоты. Как уже было сказано выше, усилитель низкой частоты является единственно действующей частью развернутой схемы приемника. Схема его приведена на фиг. 28. Работает усилитель на лампе 6П6С которая включена триодом.

Громкоговоритель включается или непосредственно на выход усилителя, или в гнезда, находящиеся на панели осциллографа. Сопротивление R_4 и конденсатор C_6 спрятаны за панельку лампы.

Генераторы звуковой частоты. Все три генератора звуковой часотты собраны по схеме *RC*. Генератор, рассчитанный на частоту 300 *гц*, работает на лампе 6Ф5, а генераторы, предназначенные для генерирования колебаний с частотами 3 700 и 4 000 *гц*, — на лампах 6Ж8.

Данные деталей этих генераторов указаны на их схемах (фиг. 28); дроссели $Др_2$ и $Др_4$ имеют по 7 300 витков ПЭ

0,09, намотанных на Ш-образном сердечнике сечением 6×6 *мм*; высота стержня сердечника 24 *мм*. Сердечник разомкнутый, т. е. не имеет накладки. Дроссель $Др_3$ — обычный от любого выпрямителя.

В генераторах, рассчитанных на частоту 3 700 и 4 000 *гц*, применены детали с одинаковыми электрическими данными. Первоначальная подгонка нужной частоты и дальнейшая ее регулировка в процессе эксплуатации генераторов производятся переменным сопротивлением R_{10}. В генераторе на 300 *гц* для этой цели служит сопротивление R_{15}. Ручки от сопротивлений R_{10}, R_{15} и R_{21} выведены на переднюю панель осциллографа.

Соединения всех генераторов звуковой частоты между собой и с переключателем $П_1$ видны на фиг. 28.

Генератор «высокой частоты» (3 700 *гц*) остается включенным в течение всего времени работы макета. Питание подается к нему через переключатель $П_1$. Генераторы «низкой частоты» (300 *гц*) и «модулирующей» (4 000 *гц*) включаются при помощи выключателя $П_2$ тогда, когда макет условно используется и для демонстрации процесса модуляции колебаний высокой частоты.

Для получения необходимой глубины модуляции при «модулированных колебаниях» в анодную цепь генератора на 4 000 *гц* включается гасящее сопротивление R_{18} величиной порядка 0,5 *мгом* (подбирается опытным путем).

Сопротивление R_{11} служит для уменьшения громкости звука при установке переключателя $П_1$ в положение *5* (детектирование).

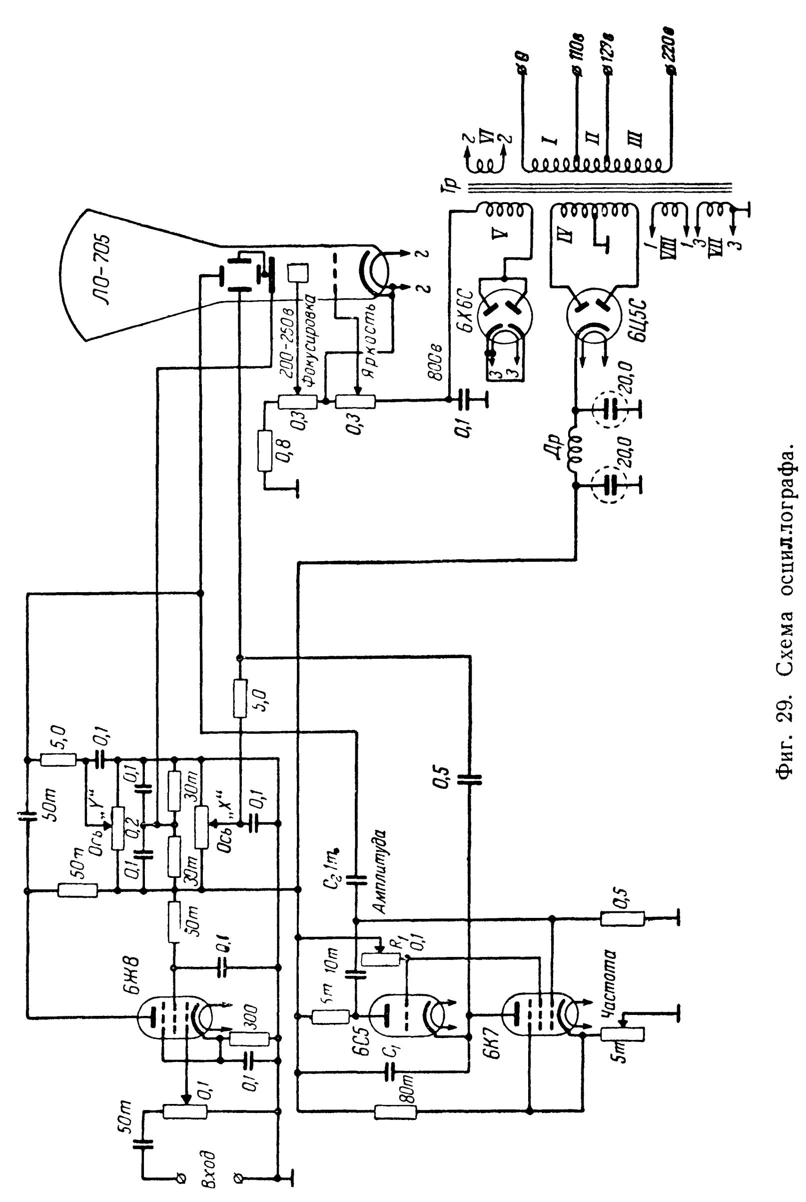
Когда переключатель $П_1$ устанавливают в положение *3* (антенна приемника) или в положение *5* (детектирование), необходимо уменьшить амплитуду колебаний генераторов. Для этого служит цепь, состоящая из сопротивлений R_5 и R_6 и конденсаторов C_8 и C_9, образующая делитель напряжения. Величины этих элементов подбираются так, чтобы получилось уменьшение амплитуды колебаний в 5—6 раз. Ориентировочные величины их приведены на схеме. Так как при переключениях вследствие изменения нагрузки возможен уход генерируемой частоты, надо очень точно подобрать величины этих сопротивлений и конденсаторов.

Переключатель $П_1$ представляет собой одну плату (двойную) на шесть положений. Он устанавливается на задней стороне панели макета и соединяется с наружной частью переключателя общей осью. Ползунок видимой части переключателя должен быть изолирован от оси. Этот пере-

ключатель имеет следующие шесть позиций переключений, расположенных по часовой стрелке: *1* — «модуляционная частота передатчика», *2* — «антенна передатчика», *3* — «антенна приемника», *4* — «усиление высокой частоты», *5* — «детектирование», *6* — «усиление низкой частоты». Он соединен с осциллографом и генераторами тонкими экранированными проводами, заключенными в общий экранирующий чулок.

Осциллограф. Осциллограф состоит из ступени усиления по оси *Y* на лампе 6Ж8 и блока развертки, работающего на лампах 6С5 и 6К7. Схема его приведена на фиг. 29.

Схема развертки осциллографа несколько отличается от обычной и работает следующим образом. Конденсатор C_1 заряжается через токоограничивающий пентод 6К7. Сопротивление R_1 в экранирующей сетке этого пентода подбирается так, чтобы на нем падало около половины напряжения источника анодного питания. Сетка разрядного триода 6С5 соединена с экранирующей сеткой лампы 6К7 и имеет потенциал около 150 *в*. В начале цикла развертки, пока заряжается конденсатор C_1, потенциал катода лампы 6С5 еще мало отличается от потенциала на ее аноде, и поэтому этот триод остается запертым. По мере заряда этого конденсатора потенциал катода приближается к потенциалу сетки (+150 *в*). Как только напряжение на C_1 достигнет значения, при котором начнет отпираться триод 6С5, через него пойдет разрядный ток конденсатора C_1. Отрицательный импульс анодного напряжения триода подается на управляющую сетку пентода и запирает его. Уменьшение тока в цепи экранирующей сетки пентода вызывает появление положительного импульса на управляющей сетке триода, полностью отпирающего эту лампу. Это приводит к быстрому разряду конденсатора C_1 через триод. Когда разрядный ток этого конденсатора уменьшится настолько, что создаваемое им падение напряжения на анодной нагрузке триода станет недостаточным для запирания пентода, через последний начнет протекать анодный ток. При этом появится ток и в цепи экранирующей сетки, который будет создавать падение напряжения на гасящем сопротивлении R_1. В результате этого потенциал на этой сетке опять достигнет 150 *в*, и разрядный триод снова окажется запертым. Тогда конденсатор C_1 начнет опять заряжаться, и полностью повторится рабочий цикл.



Фиг. 29. Схема осциллографа.

Регулировка частоты осуществляется изменением величины анодного тока пентода 6К7 путем подачи на его управляющую сетку различного напряжения смещения.

Практически регулировка напряжения смещения осуществляется с помощью переменного сопротивления, включенного в катод лампы 6К7. Амплитуда пилы регулируется с помощью гасящего сопротивления R_1.

Величина конденсатора C_1 выбирается в пределах от 600 до 2 500 *мкмкф* в зависимости от того, какое количество колебаний необходимо получить на экране осциллографа.

Жесткость синхронизации зависит от величины емкости C_2, которая, однако, не должна быть очень большой, так как это может привести к искажению формы кривой.

В выпрямителе осциллографа работают лампы 6Х6С для питания анода трубки и 6Ц5С — для питания анодных цепей усилителя и развертки.

Данные силового трансформатора *Тр* следующие: обмотка *I* имеет 550 витков ПЭ 0,35; обмотка *II* — 85 витков ПЭ 0,3; обмотка *III* — 465 витков ПЭ 0,2; обмотка *IV* — 11 600 витков ПЭ 0,07; обмотка *V* — 2 850 витков ПЭ 0,2; обмотка *VI*—12,5 витков ПЭ 1,2; обмотка *VII* — 32 витка ПЭ 1,6; обмотка *VIII* — 32 витка ПЭ 0,6.

Питание цепей макета. Накал нитей ламп всех генераторов звуковой частоты осуществляется от трансформатора осциллографа. Анодные цепи в целях облегчения коммутации и уменьшения нагрузки питаются от отдельного выпрямителя, установленного вне макета. От этого же выпрямителя питаются цепи накала ламп развернутых схем макета.

Оформление макета. Развернутые схемы передатчика и приемника монтируются на листе органического стекла размерами 950 × 500 × 5—6 *мм*. Монтаж выполняется латунными шинками шириной 5—6 *мм*. Подводка цепей к переключателю $П_1$ выполняется проводом ПЭ 2,0.

Для осциллографа в листе макета вырезается окно несколько меньших размеров, чем передняя панель первого, с таким расчетом, чтобы получились в окне бортики, которые закрывали бы края передней стенки осциллографа.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАКЕТА

Перед тем как приступить к демонстрации, макет надо подготовить следующим образом.

Включив макет, устанавливают переключатель $П_1$ в положение *1* («модулятор») или в положение *6* («усилитель низкой частоты») и, изменяя величину сопротивления R_{15} генератора звуковой частоты на 300 *гц*, добиваются получе-

ния на экране осциллографа 3—4 колебаний. Затем, поставив переключатель $П_1$ в положение *2* («Антенна передатчика») или в положение *4* («усилитель высокой частоты») и изменяя величины сопротивлений R_{10} и R_{21} генераторов на 3 700 и 4 000 *гц*, добиваются получения на экране осциллографа точно такого же количества, как и в первом случае, модулированных колебаний.

После этого можно переходить к демонстрации работы передатчика и приемника.

Макет позволяет продемонстрировать 9 следующих процессов:

1. Наблюдение низкочастотных колебаний в модуляторе.

Для демонстрации этого переключатель $П_1$ ставится в положение *1* («модуляционная частота передатчика»), а выключатель $П_2$ замыкается. При этом к осциллографу подключается генератор с частотой 300 *гц* и включается динамик. На экране осциллографа получается изображение колебаний низкой частоты (фиг. 30,*а*).

2. Незатухающие высокочастотные колебания в контуре и антенне передатчика.

В этом случае переключатель $П_1$ ставится в положение *2* («Антенна передатчика»), а выключатель $П_2$ размыкается. При этом на осциллограф подаются колебания от генератора с частотой 3 700 *гц*, а остальные два генератора отключаются. На экране осциллографа получается изображение колебаний высокой частоты (фиг. 30,*б*).

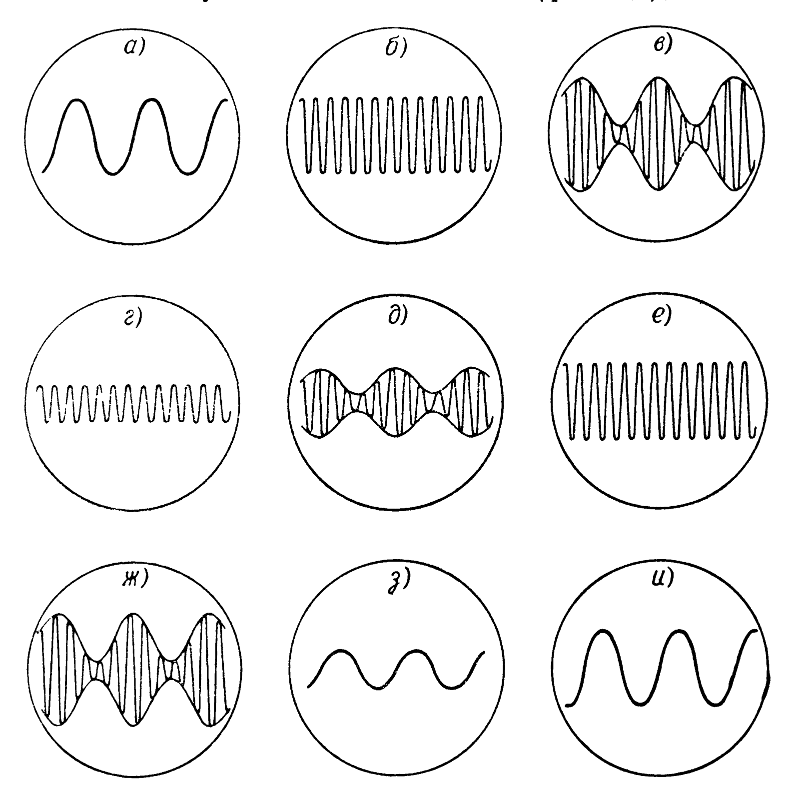
3. Модулированные колебания высокой частоты в контуре и антенне передатчика.

Переключатель $П_1$ оставляется в положении *2* («Антенна передатчика»), а выключатель $П_2$ замыкается. При этом, кроме работавшего ранее генератора с частотой 3 700 *гц*, работает также генератор с частотой 4 000 *гц*. Колебания от этих генераторов, поступая в общую цепь, складываются и образуют биения, которые наблюдаются на экране осциллографа (фиг. 30,*в*). Частота биений составляет 4 000—3 700 = 300 *гц*, т. е. соответствует модулирующей низкой частоте. Попутно во время этого опыта можно показать способом, рассмотренным выше, что и в данном случае передатчик макета работает.

4. Незатухающие колебания высокой частоты в антенне приемника.

Переключатель $П_1$ устанавливается в положение «Антенна приемника», а $П_2$ размыкается. Работает только ге-

нератор на 3700 *гц*, колебания с которого подводятся к осциллографу, но они снимаются с делителя напряжения, находящегося в переключателе $П_1$. Поэтому амплитуда этих колебаний получается заметно меньшая (фиг. 30,*г*), чем в том



Фиг. 30. Кривые, видимые на экране осциллографа при разных положениях переключателя и выключателя.

а — низкочастотные колебания в модуляторе; *б* — незатухающие высокочастотные колебания в контуре и антенне передатчика, *в* — модулированные высокочастотные колебания в контуре и антенне передатчика; *г* — незатухающие высокочастотные колебания в антенне приемника; *д* — модулированные высокочастотные колебания в антенне приемника; *е* — незатухающие высокочастотные колебания, усиленные ступенью высокой частоты приемника; *ж*—модулированные высокочастотные колебания, усиленные ступенью усиления высокой частоты приемника; *з* — колебания после детектирования; *и*—низкочастотные колебания после усиления.

случае, когда переключатель находится в положении «Антенна передатчика».

5. Модулированные колебания высокой частоты в антенне приемника.

Переключатель остается в положении *3*, а $П_2$ замыкается.

В этом случае модулированные колебания генераторов с частотами 3 700 и 4 000 *гц* подаются на осциллограф от делителя C_8 и C_9 с уменьшенной амплитудой (фиг. 30,*д*).

6. Незатухающие колебания высокой частоты, усиленные одним каскадом усилителя приемника.

Переключатель $П_1$ ставится в положение *4* («усиление высокой частоты»), а $П_2$ размыкается. Работает один генератор на частоте 3 700 *гц*. Колебания подаются на осциллограф не с делителя напряжения, а непосредственно с выхода генератора. Поэтому амплитуда этих колебаний будет заметно больше (фиг. 30,*е*) колебаний в антенне приемника. Динамик в это время выключен.

7. Модулированные колебания высокой частоты, усиленные одним каскадом усилителя приемника.

При этом переключатель $П_1$ остается в прежнем положении, а $П_2$ замыкается, в результате чего включается генератор с частотой 4 000 *гц* и создаются биения. В этом случае колебания поступают к осциллографу не с делителя напряжения, а непосредственно с выхода обоих генераторов. Поэтому амплитуда наблюдаемых па экране модулированных колебаний будет заметно больше (фиг. 30,*ж*).

8. Вид модулированных колебаний после детектирования.

Переключатель $П_1$ ставится в положение *5* («детектирование»), $П_2$ замыкается. При этом к осциллографу оказывается присоединенным генератор с частотой 300 *гц*. Колебания снимаются с делителя напряжения R_5, R_6 вследствие чего амплитуда этих колебаний сравнительно мала (фиг. 30,*з*). Динамик подключается через сопротивление R_{11}.

9. Колебания низкой частоты после их усиления.

Переключатель $П_1$ переводится в положение «усиление низкой частоты», $П_2$ замыкается. К осциллографу подводятся колебания непосредственно от генератора, работающего на частоте 300 *гц*, а не с делителя. Поэтому на экране осциллографа получаются колебания низкой частоты с большей амплитудой (фиг. 30,*и*), чем после детектора.

Одновременно с показом колебаний на экране осциллографа можно продемонстрировать, что высокочастотные колебания не слышны, и выделение звуковой частоты получается только после детектора. Для этого динамик включается в гнезда, расположенные на осциллографе.

Имеющийся в макете громкоговоритель включен в цепь действующего усилителя низкой частоты, на сетку которого подаются колебания от генератора 300 *гц*. Однако он будет работать только тогда, когда переключатель $П_1$ находится в положении *1* («модуляционная частота передатчика»), в положении *5* («детектирование») или положении *6* («усиление низкой частоты»). При остальных же положениях переключателя он окажется выключенным. При положении *5* («детектирование») последовательно с динамиком вводится сопротивление $R_{11} = 25\,000$ *ом*, вследствие чего звук получается значительно более ослабленным, чем в положении *6* («усиление низкой частоты»). Этим демонстрируется назначение усилителя низкой частоты — увеличение громкости. Динамик, подключенный к выходу приемника, работает только при замкнутом переключателе $П_2$.

ПРИБОР ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИИ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ УКВ

(Экспонат В. Б. РЫБКИНА, г. Москва)

Описываемый прибор предназначен для демонстрации основных свойств УКВ.

При разработке его конструкции основное внимание уделялось простоте устройства этого прибора и наглядности.

УСТРОЙСТВО ПРИБОРА

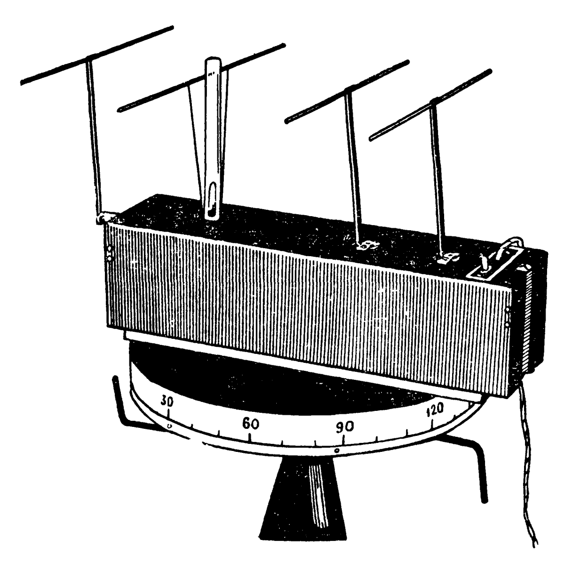
Этот демонстрационный прибор состоит из следующих семи самостоятельных частей: а) генератора дециметровых волн с разборной директорной антенной; б) приемной антенны с индикаторной лампой; в) измерителя напряженности поля; г) приемника дециметровых волн с тремя видами звуковой и визуальной индикации; д) двухпроводной измерительной линии; е) азимутального круга и ж) металлического экрана.

Ниже приводится краткое описание устройства частей этого демонстрационного прибора.

Генератор дециметровых волн. Общий вид генератора дециметровых волн, установленного на азимутальном круге, показан на фиг. 31.

Он генерирует колебания с длиной волны 68 *см*; мощность в его антенне составляет около 2 *вт*.

Собран генератор по симметричной двухтактной схеме (фиг. 32) на двух триодах типа 6С1Ж (955). Обратная связь осуществляется через емкости анод — сетка ламп. При такой схеме лампы работают поочередно на общий колебательный контур L_1, представляющий собой отрезок двухпроводной линии, включенный в анодную и сеточную цепи обеих ламп. Питание к анодам ламп подводится через



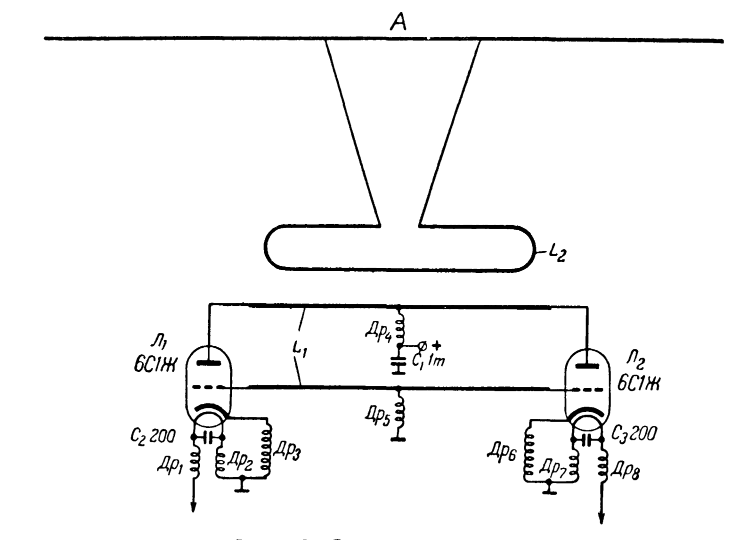
Фиг. 31. Общий вид генератора, установленного на азимутальном круге

дроссель $Др_4$, присоединенный к средней точке анодной линии контура. Средняя точка сеточной линии этого контура заземлена через дроссель $Др_5$. Для устранения возможности проникновения высокочастотных колебаний в цепи накала и катода генератора последние заблокированы дросселями $Др_1$, $Др_2$, $Др_3$, $Др_6$, $Др_7$ и $Д_8$.

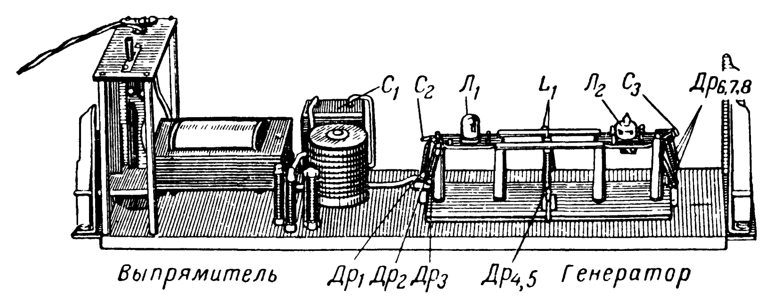
Антенной служит симметричный полуволновый вибратор *А*, связанный при помощи полувитка L_2 с колебательным контуром генератора.

Пассивные вибраторы антенны для наглядности показа влияния каждого из них на характеристику направленности излучения сделаны съемными.

Питается этот генератор от однополупериодного селенового выпрямителя. Так как в фильтре выпрямителя применен конденсатор небольшой емкости, то после фильтра получается недостаточно сглаженное выпрямленное напря-



Фиг. 32. Схема генератора.



Фиг. 33. Расположение деталей на шасси генератора.

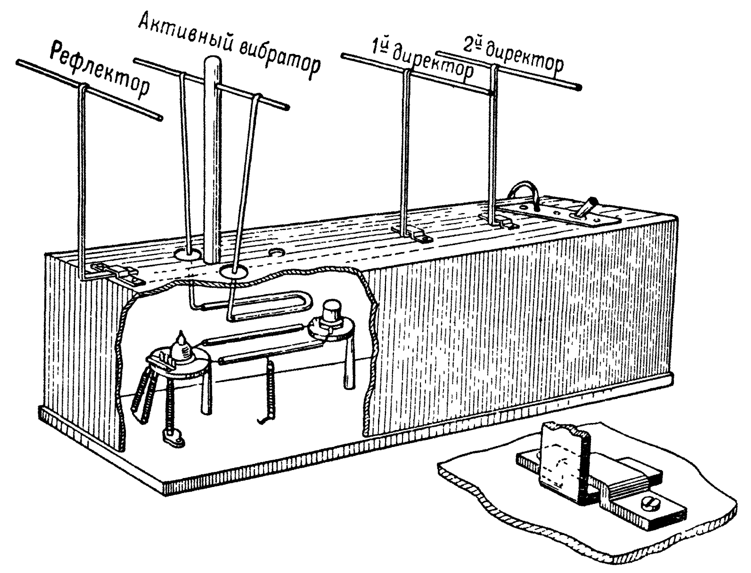
жение, т. е. оно несколько пульсирует. Это напряжение используется для модуляции колебаний генератора.

Смонтирован генератор на стальном шасси размерами 480 × 135 × 10 *мм*. Расположение деталей на шасси показано на фиг. 33.

Колебательный контур L_1 выполнен из медных трубок диаметром 5 *мм* и длиной 75 *мм* каждая. Они припаяны

своими концами к анодным и сеточным зажимам ламповых панелек. Для того чтобы эти выводы находились на одной прямой, одна из ламп устанавливается в перевернутом положении. Расстояние между центрами трубок должно составлять 23 *мм*.

Ламповые панели крепятся к шасси на двух стойках из изолирующего материала высотой 45 *мм*. В качестве их могут быть использованы фарфоровые трубочки от сопротивлений типа Каминского.



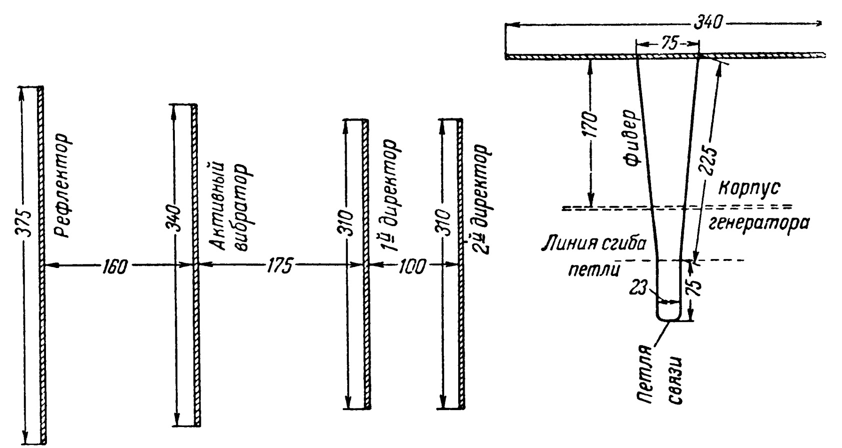
Фиг. 34. Расположение петли связи над контуром генератора и способ крепления пассивных антенн.

Все дроссели имеют по 22 витка провода ПЭ 0,48, намотанного с шагом 1 *мм*; каркасы для них применяются картонные диаметром 4 *мм* и длиной 30 *мм*.

Антенна смонтирована на отдельном стальном шасси размерами 480 × 130 × 120 *мм*, которое одновременно служит крышкой, надеваемой на шасси генератора. Активный вибратор укреплен своим центром на стойке из органического стекла. Петля связи и фидер сделаны из медного провода диаметром 2 *мм*. Во избежание замыкания петли с контуром на нее надевается хлорвиниловая трубка. Петля располагается над контуром генератора с таким расчетом, чтобы ее выводы к антенне находились над анодно-сеточ-

ными выводами одной из ламп. Расположение петли связи показано на фиг. 34. Связь контура с антенной подбирается путем приближения и удаления (отгибания) петли от контура.

Рефлектор и директоры крепятся на металлических стойках, изготовленных из стали толщиной 2 *мм*. Стойки должны легко сниматься. Поэтому они крепятся к антенному шасси, как показано на фиг. 34 внизу справа, скобками. Все вибраторы сделаны из медных трубок диаметром



Фиг. 35. Размеры антенн, фидера и петли связи.

5 *мм*. Располагаются они на высоте 170 *мм* от антенного шасси. Размеры антенны, фидера и петли связи приведены на фиг. 35.

Выпрямитель смонтирован на одном шасси с генератором. Его автотрансформатор собран на сердечнике из пластин Ш-20; толщина набора 25 *мм*. Сетевая обмотка содержит 1 980 витков провода ПЭЛ 0,25 с отводом от 1 140-го витка. Накальная обмотка на 6,3 *в* имеет 61 виток провода ПЭЛ 0,8. Селеновый столбик собран из 12 шайб диаметром 45 *мм*. При желании он может быть заменен лампой, например выходным пентодом; у последнего надо соединить управляющую и экранирующую сетки с анодом, а его нить включить в общую цепь накала. Анодная и накальная цепи прокладываются под шасси передатчика.

Налаживание генератора производится при помощи измерителя напряженности поля, описание которого приведено ниже.

Лампы генератора должны работать при анодном напряжении 140—150 *в*; при этом анодный ток обеих ламп составляет 35—37 *ма*.

Приступая к налаживанию генератора, прежде всего надо убедиться, что он генерирует колебания. Для этого измеритель напряженности поля подносят антенной к колебательному контуру генератора. При наличии колебаний стрелка индикатора должна отклониться. Затем на генератор надевают крышку с активным вибратором и параллельно последнему устанавливают на расстоянии 1,5 *м* измеритель напряженности поля. Дальше, руководствуясь показаниями этого измерителя, подбирают оптимальную связь с антенной. Практически это делается путем приближения и удаления петли связи от контура. Чтобы удобнее было подбирать связь, не снимая каждый раз крышку с генератора, можно применить следующее приспособление. Над центром петли надо высверлить в крышке отверстие диаметром 10—12 *мм* и через него пропустить стержень из изолирующего материала, имеющий на конце крючок. Захватив этим крючком петлю связи, можно с помощью упомянутого стержня приближать и удалять ее от контура генератора.

После подбора наивыгоднейшей связи, контролируемой по максимальному отклонению стрелки прибора измерителя напряженности поля, переходят к установке пассивных вибраторов.

Для этого, оставив на прежнем месте измеритель, подносят к активному вибратору отражатель и находят такое положение, при котором прибор измерителя дает максимальное показание. Найденное место установки отражателя отмечают на крышке генератора. Затем на этом месте устанавливается скобка, которой будет закрепляться стойка отражателя.

Установив отражатель, находят таким же способом место для крепления одного, а затем и другого директоров.

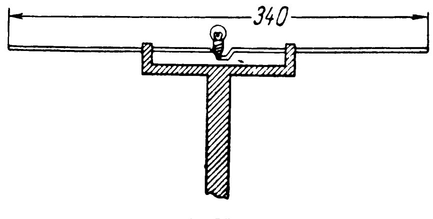
Сняв все пассивные вибраторы, устанавливают их вновь на свои места в следующей последовательности: рефлектор, первый директор, второй директор. При этом после установки каждого вибратора показания на измерителе напряженности поля должны увеличиваться.

При налаживании генератора необходимо иметь в виду, что емкость руки сильно влияет на показания прибора, и это может внести ошибку при подборе связи и установке антенн. Поэтому каждый раз после сгибания петли связи или при подборе места крепления антенн руки надо удалять от

генератора. Лучше же при определении точек крепления пассивных антенн для их перемещения пользоваться деревянной палкой длиной 1 *м*, к концу которой и прикрепляется антенна.

Индикаторы. В комплект демонстрационного прибора входят два индикатора.

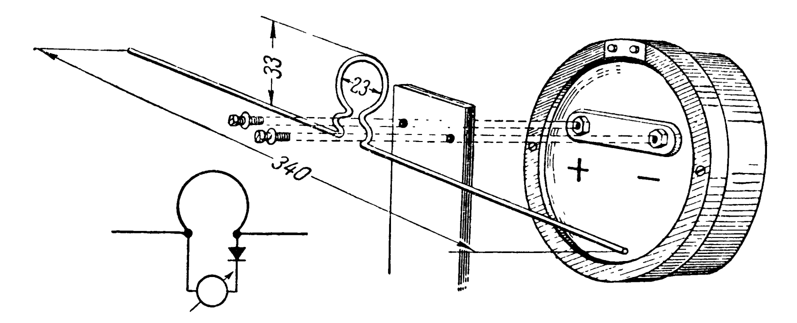
Первый представляет собой полуволновый вибратор (фиг. 36) с впаянной в его центре лампочкой на 2,5 *в* и 0,075 *а*. Этот вибратор сделан из голой медной проволоки диаметром 2 *мм* и укреплен на деревянной планке.



Фиг. 36. Индикатор.

Второй индикатор (фиг. 37) является измерителем напряженности поля. Он служит для более точных измерений и особенно полезен при снятии характеристик направленности антенн.

Этот индикатор также имеет полуволновый вибратор, изготовленный из медной проволоки диаметром 2 *мм*. В середине вибратор выгнут в виде полувитка, который служит

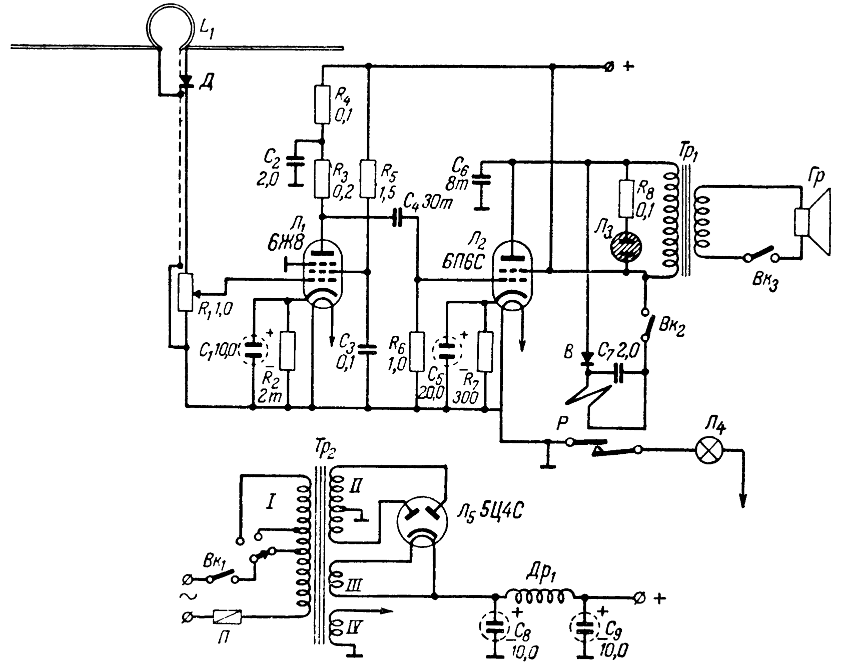


Фиг. 37. Схема и устройство измерителя напряженности поля.

резонансным контуром. Этот полувиток укреплен непосредственно на зажимах магнитоэлектрического измерительного прибора типа 4МШ со шкалой на 5 *ма*. Чтобы описанным прибором можно было измерять переменный ток, между одним из его зажимов и подвижной системой включается кристаллический детектор с постоянной рабочей точкой, применяемый в обычных детекторных приемниках.

Рекомендуется иметь несколько таких детекторов, чтобы можно было подобрать наиболее подходящий по максимальному отклонению стрелки прибора.

Нормально работающий измеритель напряженности поля должен давать полное отклонение стрелки измерительного прибора, если его расположить на расстоянии 1—1,5 *м* от антенны генератора.



Фиг. 38. Принципиальная схема приемника.

Приемник. Приемник служит для приема модулированных переменным током колебаний генератора на волне 68 *см* и регистрации наличия и силы этих колебаний звуковым, визуальным или механическим индикатором.

Приемник собран по схеме прямого усиления (фиг. 38) и имеет детектор и две ступени усиления низкой частоты. Антенной приемника служит полуволновой вибратор, середина которого изогнута в петлю. Эта петля играет роль входного контура L_1.

Непосредственно на антенне укреплен кристаллический детектор *Д*, напряжение с которого подается на вход усили-

теля низкой частоты, собранного на лампах 6Ж8 (6SJ7) и 6П6С (6V6). Усиление регулируется переменным сопротивлением R_1. На выходе усилителя включены три индикатора: динамик, неоновая лампа $Л_3$ (параллельно первичной обмотке выходного трансформатора) и реле $Р$.

Питание ламп производится от двухполупериодного кенотронного выпрямителя.

Смонтирован приемник в металлическом ящике с наружными размерами 355×180×225 *мм*. Каркас ящика сделан из углового железа и стали и обшит листовым алюминием толщиной 1 *мм*. Боковая стенка размерами 355×225 *мм* делается откидной.

Выпрямитель и усилитель низкой частоты смонтирован на вертикально расположенном шасси размерами 215×150×40 *мм*.

Антенна крепится двумя болтиками к гетинаксовой планке на высоте 170 *мм* от корпуса приемника. Конструкция антенны и ее размеры — те же, что и у измерителя напряженности поля.

Детектор — обычный кристаллический, смонтирован в штепсельной вилке и имеет приспособление для регулировки.

Сигнал с детектора подается на вход усилителя экранированным проводом. Его экран с одного конца подключен к антенне, а с другого — заземлен, для чего он припаивается к соответствующему лепестку переменного сопротивления R_1.

Неоновая лампа $Л_3$ взята типа МН-3. Реле — поляризованное, срабатывающее при токе 5—8 *ма*; питается оно через селеновый столбик, состоящий из четырех шайб диаметром 12 *мм*. С помощью выключателей $Вк_2$ и $Вк_3$ можно выключать реле и динамик.

Выходной трансформатор $Тр_1$ собран на сердечнике из пластин типа Ш-20; толщина его пакета 20 *мм*. Первичная обмотка имеет 3 000 витков ПЭЛ 0,12, а вторичная — 70 витков ПЭЛ 0,8.

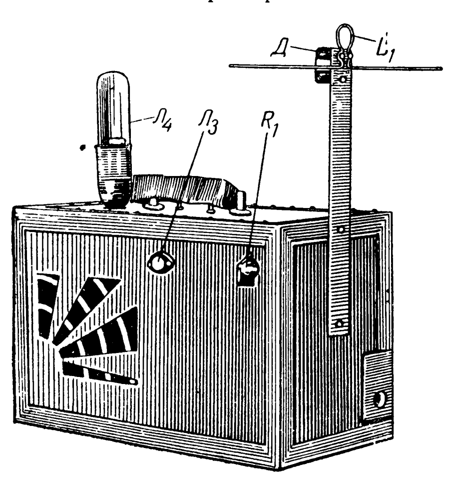
Динамик применен типа 2ГДМ-3.

Силовой трансформатор $Тр_2$ собран на сердечнике из пластин типа Ш-20; толщина его набора 45 *мм*. Сетевая обмотка трансформатора секционирована, поэтому его можно включать в электросеть напряжением 110, 127 и 220 *в*. Первая секция этой обмотки состоит из 473 витков провода ПЭЛ 0,5, вторая — из 81 витка того же провода и третья — из 401 витка провода ПЭЛ 0,35.

Повышающая обмотка имеет $2 \times 1\,130$ витков провода ПЭЛ 0,15; обмотка накала кенотрона — 25 витков провода ПЭЛ 0,9 и обмотка накала ламп — 30 витков провода ПЭЛ 0,9.

Общий вид собранного приемника показан на фиг. 39.

При налаживании приемника предварительно проверяют режимы работы ламп усилителя низкой частоты. Затем включают генератор и относят от него приемник на расстояние 8—10 *м*. При этом антенны генератора и приемника должны быть расположены параллельно одна другой. Ручка регулировки усиления устанавливается на максимум. Вращая регулировочный винт детектора отверткой, сделанной из изоляционного материала, добиваются получения в динамике наибольшей слышимости фона переменного тока и максимальной яркости свечения неоновой лампочки. При замыкании выключателя $Вк_2$ должно срабатывать реле *Р*.



Фиг. 39. Общий вид приемника дециметровых волн.

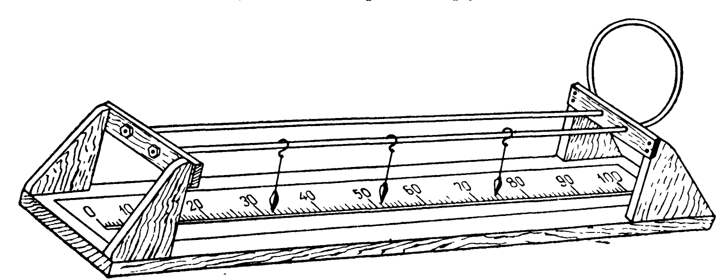
При постепенном повороте приемника на угол до 90° относительно антенны генератора громкость сигнала в динамике должна плавно понижаться.

Двухпроводная измерительная линия. Измерительная линия представляет собой два параллельных металлических стержня, укрепленных своими концами в деревянных кронштейнах (фиг. 40). На одном конце этой линии установлена петля для связи с антенной генератора. Чтобы можно было при измерении длины волны точно фиксировать пучности тока в линии, на одном из ее стержней подвешиваются на нитках три передвигающихся отвеса. На лицевую сторону станины наклеивается метровая линейка, вычерченная на плотной бумаге.

Измерительная линия изготовляется из латунных или медных трубок или стержней диаметром 5 *мм*. Длина линии 1 *м*, расстояние между стержнями 70—75 *мм*. Петля связи

делается из медного провода диаметром 2 *мм*; диаметр этой петли 170 *мм*.

Азимутальный круг. Азимутальный круг используется при снятии диаграмм направленности антенн. Конструктивно он выполнен в виде треножника высотой 120 *см*, на вершине которого вращается деревянный круг диаметром 48—50 *см*. Боковая поверхность круга разделена на 360°. На треножнике укреплены два указателя, при помощи которых можно отсчитывать угол поворота круга.



Фиг. 40. Двухпроводная измерительная линия.

Металлический экран. Металлический экран служит в качестве отражающей поверхности при демонстрации отражения радиоволн.

Он изготовляется из листового алюминия толщиной 1 *мм* и имеет размеры 400×300 *мм*. В центре его укреплена деревянная ручка длиной 800 *мм*.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИБОРА

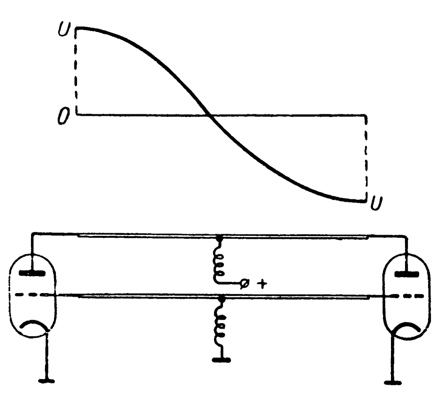
Как было указано выше, описываемый здесь демонстрационный прибор дает возможность наглядно показать ряд явлений, с которыми приходится встречаться при изучении свойств ультракоротких и дециметровых волн.

Ниже будут рассмотрены примеры практического использования этого прибора для демонстрации ряда явлений.

Распределение напряжения в колебательном контуре, образованном двухпроводной линией. Как известно, двухпроводная линия длиной в четверть волны представляет собой колебательную систему, эквивалентную параллельному колебательному контуру. При двухтактной схеме генератора пучности напряжения расположены на концах линии и находятся в противоположных фазах, а узел напряжения — в середине линии (фиг. 41).

В описанном генераторе за счет влияния междуэлектродных емкостей ламп, а также индуктивности вводов и емкости монтажа контур будет иметь длину, несколько меньшую, чем четверть длины волны.

Для демонстрации распределения напряжения вдоль линии (контура) надо поступить следующим образом. С генератора снимается крышка с антеннами, и одним концом антенны индикатора (или цоколем неоновой лампы типа МН-3) прикасаются к анодному стержню контура в месте его соединения с выводом от лампы. Передвигая индикатор постепенно к противоположному концу стержня, легко можно убедиться, что наиболее ярко лампа будет гореть при касании к концам линии и погасать при касании к ее середине. Для получения более точных показаний можно вместо индикатора использовать измеритель напряженности поля. В этом случае по полученным для разных точек линии показаниям приборов можно построить график, аналогичный изображенному на фиг. 41.



Фиг. 41. Распределение напряжения в колебательном контуре, образованном двухпроводной линией.

Этот же опыт следует повторить и с сеточным стержнем контура.

Направленное излучение полуволновой антенны. Простейшей направленной антенной является полуволновой вибратор, который дает максимальное излучение в сторону, перпендикулярную своей оси, и минимальное — вдоль нее.

Можно предложить два варианта демонстрации направленности такой антенны.

1. На крышке генератора оставляют один активный вибратор и параллельно ему на расстоянии 1—1,5 *м* располагают антенну индикатора с лампочкой или измерительным прибором. Затем перемещением антенны с индикатором в горизонтальной плоскости вокруг излучающего вибратора показывается, что при параллельном расположении обеих антенн стрелка прибора индикатора дает наибольшие показания (или лампочка светится наиболее ярко), а при распо-

ложении антенны на одной оси стрелка устанавливается на нуль шкалы (лампочка погасает).

2. На расстоянии 5—10 *м* от генератора (насколько позволяет помещение) устанавливают приемник. Антенны генератора и приемника располагают параллельно. Плавно поворачивая генератор вместе с его антенной на угол 90°, отмечают, что сигнал на выходе приемника значительно уменьшается или даже совсем пропадает при перпендикулярном расположении антенн Затем наблюдают увеличение сигнала при дальнейшем повороте генератора еще на 90° и т. д.

В этом опыте у приемника можно использовать любой из его индикаторов.

Поляризованное излучение полуволнового вибратора. Горизонтальные и вертикальные антенны излучают соответственно горизонтально или вертикально поляризованные радиоволны. Горизонтально поляризованные радиоволны, как известно, характеризуются параллельным расположением вектора электрического поля относительно земли. У вертикально поляризованных волн вектор электрического поля перпендикулярен к поверхности земли.

Для демонстрации этого явления приемную антенну индикатора вначале располагают в горизонтальной плоскости параллельно излучающей антенне, а затем вращением вокруг центра переводят ее в вертикальную плоскость. По показаниям измерительного прибора или по свечению лампочки индикатора убеждаются, что вначале эти показания были максимальны, а затем по мере перемещения в вертикальную плоскость показания уменьшаются и падают до нуля.

Направленные свойства приемной полуволновой антенны. В том, что приемная антенна обладает такой же направленностью, как и передающая, можно убедиться следующим образом.

1. Параллельно антенне генератора располагают индикатор с антенной и поворачивают приемный вибратор вокруг его центра в горизонтальной плоскости, наблюдая при этом за показаниями стрелки измерительного прибора При параллельном расположении обеих антенн прибор дает наибольшие показания При расположении же приемной антенны перпендикулярно передающей антенне стрелка прибора возвращается на нулевое деление шкалы.

2. На расстоянии нескольких метров от генератора устанавливают приемник и антенны располагают параллельно.

Затем, плавно поворачивая приемник на угол 90°, замечают, что сигнал на выходе приемника постепенно исчезает: неоновая лампа постепенно гаснет, сильный фон переменного тока в динамике исчезает, а реле выключает лампочку.

Влияние пассивного вибратора на излучение и прием. Если на расстоянии, немного меньшем половины длины волны, расположить параллельно активному вибратору другой вибратор, по длине несколько больший половины длины волны, то пассивный вибратор становится отражателем. В данном случае он называется рефлектором. Отсасывая часть излучаемой энергии и возбуждаясь сам, он излучает энергию синфазно с полем активного вибратора. В результате сложения обеих волн, совпадающих по фазе, напряженность поля в направлении активного вибратора, как известно, возрастает, а в противоположном — падает, увеличивая направленность излучения.

Демонстрация этого опыта производится в таком порядке.

На расстоянии 1,5—2 *м* от генератора устанавливают индикатор с прибором (измеритель напряженности поля) так, чтобы передающая и приемная антенны были расположены параллельно, и записывают показания прибора. Затем позади активного вибратора укрепляют отражатель; при этом показания прибора индикатора значительно увеличатся. Потом снимают отражатель, поворачивают генератор на угол 180° и фиксируют отклонение стрелки прибора. Он должен давать те же показания, что и в первом случае. После этого опять устанавливают отражатель на его место и убеждаются, что стрелка прибора в этом случае будет отклоняться на меньший угол.

Сопоставление полученных цифр наглядно характеризует влияние пассивного вибратора на излучение и прием.

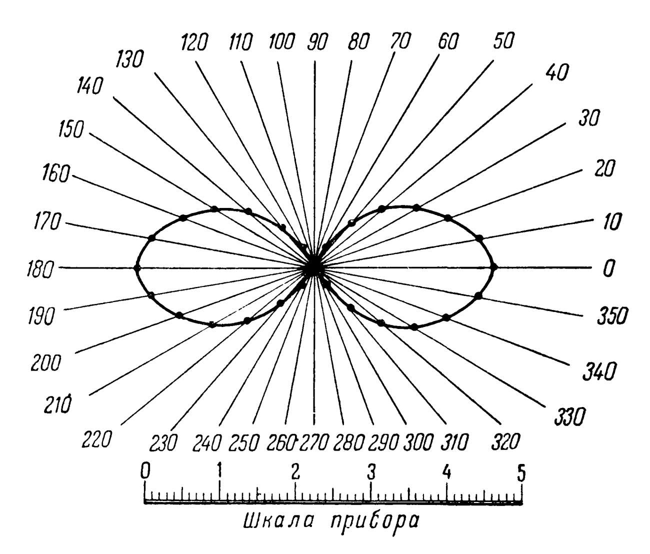
Для усиления направленного действия антенны применяются пассивные вибраторы, устанавливаемые также и в направлении максимального излучения (директоры). Принимая на себя часть энергии от активного вибратора, директор начинает сам излучать ее. Так как излучения вибратора и директора совпадают по фазе, то напряженности поля обеих волн складываются в направлении директора, увеличивая направленность излучения.

Длина директора должна быть несколько меньше длины половины волны. Увеличение числа директоров повышает направленность излучения антенны,

Опыт проводится точно так же, как и предыдущий, но сперва с отражателем и одним директором, а затем с отражателем и двумя директорами.

Снятие характеристики направленности полуволнового вибратора в горизонтальной плоскости. Наиболее ясное и наглядное представление о действии направленных антенн дает их диаграмма (характеристика) направленности.

Для снятия такой характеристики генератор устанавливается на азимутальный круг так, чтобы активный вибра-



Фиг. 42. Диаграмма направленного действия полуволнового вибратора.

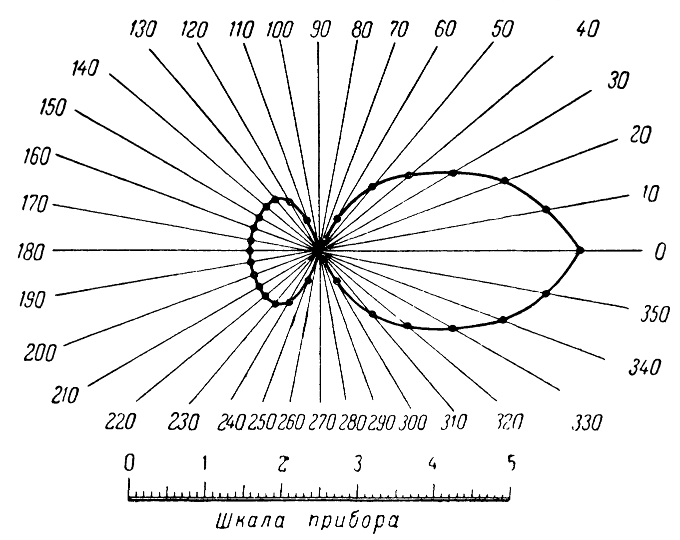
тор находился над центром круга. В 2 *м* от генератора неподвижно располагается измеритель напряженности поля. Поворотом азимутального круга по и против часовой стрелки добиваются наибольшего показания прибора измерителя напряженности поля. На классной доске проводят мелом радиальные линии через каждые 10°. Центр круга условно принимают за точку излучения активного вибратора, ось которого лежит на линии, соединяющей отметки 90 и 270° (фиг. 42). Отдельно на горизонтальной линии вычерчивают в масштабе шкалу измерительного прибора.

Медленно вращая азимутальный круг с генератором, записывают в таблицу показания прибора через каждые 10°. Затем полученные показания прибора откладывают в мас-

штабе его шкалы на каждом векторе. Соединив между собой отложенные на векторах точки, получают характеристику направленности полуволнового вибратора.

Снятие характеристики направленности антенны с отражателем. Этот опыт должен демонстрироваться преподавателем после того опыта, который был описан на стр. 59.

Проводится он следующим образом. После получения диаграммы направленности активного вибратора описанный



Фиг. 43. Диаграмма направленного действия двухэлементной антенны составленной из активного вибратора и рефлектора.

выше опыт повторяют, не передвигая при этом используемых в опыте приборов. Разница по сравнению с описанным опытом заключается в том, что на антенном шасси генератора, кроме излучающего вибратора, устанавливают также и отражатель.

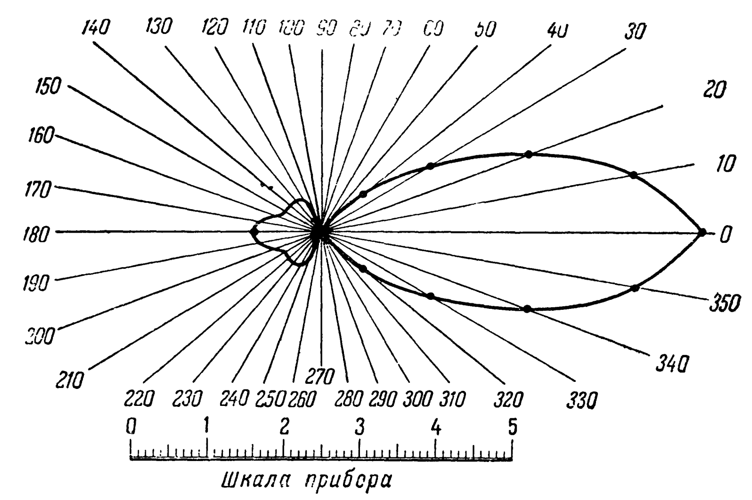
Проводится демонстрация этого опыта точно так же, как и в предыдущем случае. Если по полученным данным построить график, характеризующий направленность антенны с отражателем, то получим кривую, изображенную на фиг. 43.

Снятие характеристик направленности многоэлементной (директорной) антенны. Демонстрация данного опыта производится при тех же условиях, что и в предыдущем опыте. На крышке корпуса генератора устанавливают два директора. Измерения производятся на измерителе напряжен-

ности поля подобно тому, как это имело место при проведении демонстрации «Снятие характеристики направленности полуволнового вибратора в горизонтальной плоскости».

Получается при этом характеристика направленности, показанная на фиг. 44 и отличающаяся от предыдущей несколько большей направленностью.

Поскольку три последних опыта одинаковы по своему характеру, можно рекомендовать для большей наглядности



Фиг. 44. Диаграмма направленного действия директорной антенны, составленной из активного вибратора, рефлектора и двух директоров.

снимаемые характеристики направленности излучения вычерчивать в одинаковом масштабе.

Если окажется возможным эти три опыта продемонстрировать на одном занятии, то полезно затем для большей наглядности построенные в одинаковом масштабе диаграммы сравнить между собой путем наложения их друг на друга.

Таким сравнением отчетливее выявляется роль вспомогательных антенных устройств в процессе распространения радиоволн.

Демонстрация явления отражения радиоволн. Отражение радиоволн впервые было обнаружено изобретателем радио — великим русским ученым Александром Степановичем Поповым в 1897 г., когда он проводил опыты по радиосвязи в Финском заливе. При проведении этих опытов было

обнаружено, что когда между двумя кораблями, поддерживающими между собой радиосвязь, проходил третий корабль, то радиоприем прекращался, так как радиоволны отражались от этого корабля.

Демонстрация отражения радиоволн ведется в таком порядке. Источником высокочастотных колебаний, как и во всех предыдущих опытах, служит генератор. Для обнаружения излучаемых колебаний используют или индикатор с лампочкой, который располагают на расстоянии 1,5—2 *м* от генератора, или индикатор с миллиамперметром (на расстоянии 3—4 *м*), или же приемник (на расстоянии 8—10 *м*).

После того как на индикаторе или приемнике получится уверенный прием сигнала, между передающей и приемной антеннами медленно передвигают (проносят) металлический экран. При этом сигнал на любом из выбранных индикаторах должен заметно уменьшиться или даже совсем исчезнуть.

Другой способ демонстрации явления отражения радиоволн состоит в следующем.

Приемник располагается на расстоянии 1—1,5 *м* от генератора, причем их антенны должны находиться на одной оси. При таком расположении приемник принимает на себя малую часть излучаемой генератором энергии. Если теперь в зоне действия генератора появится отражающий объект, то отраженный сигнал возвращается к антенне приемника. В процессе передвижения отражающий объект может занять такое положение, при котором прямой и отраженный сигналы будут складываться в антенне приемника, совпадая по фазе. В результате этого сила сигнала на выходе приемника резко возрастет, и он будет прослушиваться в динамике в виде сильного фона переменного тока. Кроме того, при этом будет срабатывать реле или ярко вспыхивать неоновая лампочка.

Положение отражающего объекта, при котором происходит такое сложение сигнала, находится на расстоянии, кратном половине длины излучаемой генератором волны.

Связь между антеннами должна быть выбрана такой, чтобы уровень сигнала на входе приемника был минимальным. Тогда при поступлении в приемную антенну даже незначительного количества отраженной энергии будет достаточно для изменения силы этого сигнала.

Изменением расстояния между антеннами можно вызывать сдвиг фаз прямого и отраженного сигналов и этим путем изменять амплитуду колебаний на входе приемника,

т. е. можно добиться такого положения, когда отраженная волна, находясь в противофазе с прямой, будет уменьшать результирующий сигнал на выходе приемника.

Приближая и удаляя приемник от генератора (но не более чем на 2,5 *м*) и располагая их антенны под некоторыми небольшими углами, добиваются минимального сигнала на выходе приемника. Затем берут металлический экран и подносят его на вытянутой руке на расстояние 3—4 *м* от генератора и добиваются повышения силы сигнала. Потом повторяют этот же опыт с экраном из картона или фанеры. И в этом случае сила сигнала возрастет, но в значительно меньшей степени, чем при металлическом экране.

При прохождении человека на расстоянии 3—10 *м* от установки также получается отраженный сигнал, изменяющийся по своей силе через расстояние, равное половине длины волны.

Образование стоячих волн и измерение длины волны генерируемых колебаний в двухпроводной линии. Двухпроводная измерительная линия связывается при помощи витка, находящегося на одном из ее концов, с антенной генератора. При этом плоскость витка должна быть расположена параллельно излучающей антенне; расстояние между антенной и витком берется порядка 50—70 *см*. С генератора снимаются все пассивные вибраторы и оставляется только активный излучатель. Если теперь замкнуть линию перемычкой на расстоянии, кратном половине длины волны, то радиоволны, дойдя до короткозамкнутого конца линии, отразятся от него, и в результате интерференции прямых и отраженных волн в линии образуются стоячие волны напряжения и тока. Они будут сдвинуты по фазе на 90°, т. е. на четверть длины волны. При этом в точке расположения пучности тока будет находиться узел напряжения и, наоборот, в точке узла тока — пучность напряжения.

В качестве закорачивающей перемычки можно использовать один из свободных пассивных вибраторов.

Передвигая закорачивающую перемычку вдоль линии и изменяя этим ее длину, мы через каждую половину длины волны будем замыкать точки, в которых находятся пучности тока. Закорачивание линии в этих точках приводит к резонансу и вызывает значительное увеличение отсасывания энергии от генератора.

Для того чтобы убедиться в этом, поступаем так. По другую сторону излучающей антенны генератора поставим индикатор с миллиамперметром. Передвигая перемычку вдоль

линии, замечаем, что при прохождении перемычки через некоторые точки линии показания прибора резко уменьшаются В этих точках находится пучность тока — его максимум. Для большей наглядности можно замкнуть измерительную линию антенной индикатора с лампочкой—лампочка в этих точках гореть не будет.

Для того чтобы измерить длину волны, достаточно отметить точки наиболее интенсивного горения лампочки отвесами, имеющимися на одном из стержней линии. Расстояние между двумя такими точками будет соответствовать длине волны, которая может быть отсчитана по метровой линейке, наклеенной на основании станины линии.

Принцип управления механизмами по радио. При управлении механизмами на расстоянии при помощи радио происходит включение на выходе приемника того или иного реле при посылке с передатчика сигнала. Это реле, в свою очередь, включает некоторое устройство, передающее команды различным механизмам управляемого объекта.

При проведении демонстрации на данную тему приемник располагают на расстоянии 10—12 *м* от генератора. При этом в приемнике должно быть включено реле. Антенны размещают параллельно.

В момент подачи анодного напряжения на генератор в приемнике срабатывает реле, включающее лампочку. Вместо лампочки можно в цепь реле включить какой-нибудь другой прибор, например небольшой электродвигатель. При этом опыт приобретает бо́льшую наглядность.

СОДЕРЖАНИЕ

Цена 1 р. 45 коп.